



中 国 船 级 社

海上高速船入级与建造规范

RULES FOR CONSTRUCTION AND
CLASSIFICATION OF SEA-GOING
HIGH SPEED CRAFT

2015

2015年11月01日生效
Effective from November 01 2015

北 京
Beijing

目 录

第 1 章 通则	1
第 1 节 中国船级社及其主要业务	1
第 2 节 理事会与委员会	2
第 2 章 入级范围与条件	4
第 1 节 一般规定	4
第 2 节 入级规范	7
第 3 节 入级符号与附加标志	9
第 4 节 申请与费用	12
第 5 节 图纸提交、审图与检验	12
第 6 节 供应方认可	13
第 7 节 船级的授予、保持、暂停、取消与恢复	14
第 8 节 证书与报告	17
第 9 节 船舶录与产品录	18
第 10 节 责任、分歧与仲裁	18
第 11 节 信息提供与披露	20
第 12 节 法定检验	20
第 13 节 审核	21
第 3 章 船用产品检验和船舶检验	22
第 1 节 图纸审查	22
第 2 节 船用产品检验	25
第 3 节 建造中检验	25
第 4 节 建造后检验	29
第 5 节 现有船舶初次入级检验	39
第 6 节 搁置船舶的检验	41
第 4 章 船体结构	45
第 1 节 一般规定	45
第 2 节 结构设计原则	46
第 3 节 水密完整性与门、窗、盖的要求	50
第 4 节 结构设计载荷	53
第 5 节 铝、钢船体结构的构件尺寸	57
第 6 节 纤维增强塑料船体结构的构件尺寸	62
第 7 节 车辆甲板、跳板、尾轴架	66
第 8 节 总强度	69
第 9 节 构件稳定性	75
第 10 节 直接计算	80
第 11 节 船体振动	81
第 12 节 金属船体结构的焊缝设计	81
第 13 节 结构防腐	85

第 5 章	舾装	87
第 1 节	舵设备	87
第 2 节	锚泊及系泊设备	92
第 6 章	轮机	95
第 1 节	一般规定	95
第 2 节	泵与管系的一般规定	98
第 3 节	泵与管系的材料和试验	100
第 4 节	船舶管系和舱室通风系统	103
第 5 节	动力管系	109
第 6 节	机器设备	114
第 7 节	轴系和振动	116
第 8 节	推进器	121
第 9 节	方向控制装置	126
第 7 章	电气装置	128
第 1 节	一般规定	128
第 2 节	配电系统	135
第 3 节	主电源	138
第 4 节	应急电源	141
第 5 节	辅机和设备的电力拖动	146
第 6 节	照明与航行灯	148
第 7 节	内部通信系统	150
第 8 节	船舶和乘员安全系统	151
第 9 节	蓄电池组	152
第 10 节	电缆	153
第 11 节	外来电源的连接	156
第 8 章	遥控、报警与安全系统	157
第 1 节	一般规定	157
第 2 节	应急控制装置	157
第 3 节	报警系统	158
第 4 节	安全系统	159
附录 1	全垫升气垫船垫态航行首冲状态总纵弯矩计算	160
附录 2	钢 / 铝质高速船船体结构直接计算指南	161
附录 3	复合材料高速船船体结构直接计算	176

第 1 章 通 则

第 1 节 中国船级社及其主要业务

1.1.1 船级社

1.1.1.1 船级社是从事船舶与海上设施入级服务的独立、公正的组织。船级社与船舶和海上设施的设计、建造、买卖、营运、管理、保养、维修、融资、保险、租赁组织之间，没有任何商业关系。

1.1.1.2 船级社致力于船舶与海上设施安全和环境保护，通过技术支持、符合性确认和研究开发，对海上安全和入级规范制定做出独特的贡献。船级社按其颁布的入级规范，为客户提供入级服务，以及法定服务和其他服务。

1.1.1.3 船级社提供船舶、造船、海上开发、相关工业产品制造业、保险、金融以及其他有关业界普遍接受和认可的合理标准——入级规范，并依照此规范，在船舶设计中进行审图、在建造中和建造后进行检验，以确认船舶符合入级规范的要求，并独立签发入级证书。

1.1.1.4 船级社接受船旗国政府的授权，按照船旗国政府的要求进行法定服务，以确认船舶满足国际公约或 / 和船旗国有关法规的要求，并签发法定证书。

1.1.2 中国船级社

1.1.2.1 中国船级社（以下简称“CCS”）是由中国有关法律授权的、经法律登记注册的、从事船舶入级服务与法定服务等专业技术机构 / 组织。

1.1.2.2 中国船级社主要承担国内外船舶、海上设施、集装箱及其相关工业产品的入级服务、鉴证检验、公证检验和经中国政府、外国（地区）政府主管机关授权，执行法定服务等具体业务，以及经有关主管机关核准的其他业务。

1.1.3 宗旨

1.1.3.1 CCS 的服务宗旨是：对船舶、海上设施、集装箱以及相关的工业产品提供合理和安全可靠的技术规范，并通过 CCS 独立、公正和诚实的入级、认证和技术服务，为交通运输、海上开发及相关的制造业和保险业服务，为促进水上人命和财产的安全与保护海洋及其他环境服务。

1.1.4 主要业务

1.1.4.1 CCS 的主要业务如下：

- (1) 船舶与海上设施及其产品 (包括集装箱) 入级服务：规范制定与维护、审图、检验与发证；
- (2) 船舶与海上设施及其产品受权法定服务：法定检验技术规则制定、审图、检验与发证；
- (3) 受理其他验船机构委托的检验与发证、船舶与海上设施公正检验和安全评估、船舶与海上设施鉴证检验和发证、重大海上安全事故调查；
- (4) 相关陆上工业设施与产品认证、检验及发证，外国验船机构委托船用与相关陆上工业设施和产品代理检验及发证；
- (5) 船舶安全管理体系 (ISM) 审核与发证；
- (6) 船舶保安体系 (ISPS) 审核与发证；
- (7) 船舶技术状况勘验与技术状况鉴定；
- (8) ISO9000 与 ISO14000 等系列质量体系与环境管理体系认证；
- (9) 船舶与海上设施入级技术研究、水上安全与环境保护技术研究、船用与相关陆上工业设施和产品检验技术研究、相关信息技术应用研究；
- (10) 其他服务。

第 2 节 理事会与委员会

1.2.1 理事会

1.2.1.1 由政府有关部门、CCS、航运、造船、海上开发、相关工业产品制造业、保险、银行以及其他有关业界代表组成 CCS 理事会。

1.2.1.2 理事会主要职责：

- (1) 制定和修改 CCS 章程；
- (2) 审议 CCS 工作报告；
- (3) 决定其他重大事项。

1.2.2 技术委员会

1.2.2.1 由政府有关部门、CCS、航运、造船、海上开发、设计、大专院校、科研、相关工业产品制造业分管技术领导组成 CCS 技术委员会。根据工作需要，可成立若干专业技术分委会。

1.2.2.2 技术委员会主要职责：

- (1) 对 CCS 技术政策和规范科研发展规划提出意见和建议；
- (2) 审定 CCS 制订的船舶及海上设施的主体技术规范；
- (3) 组织对 CCS 入级船舶及海上设施发生的重大事故进行技术分析研究；
- (4) 根据使用经验、市场需求和科学技术的发展，提出规范编制、修订方面的建议；
- (5) 对拟纳入 CCS 船舶及海上设施规范的重大科研成果进行审议，并提出纳入规范的建议。

1.2.3 船级委员会

1.2.3.1 由政府有关部门、CCS、船东、石油公司、主管机关、保险、银行和法律及其他有关业界代表组成 CCS 船级委员会。

1.2.3.2 船级委员会主要职责：

- (1) 审议通过本委员会的工作程序及 CCS 船级管理程序；
- (2) 审议 CCS 船舶及海上设施入级的有关规定，并结合最新科学技术的发展，对其提出修改和补充建议；
- (3) 接受并确认 CCS 提交的船舶及海上设施的入级符号及其附加标志的授予、暂停、取消或恢复的情况报告；
- (4) 对船舶及海上设施证书及各种检验技术文件提出意见。

第 2 章 入级范围与条件

第 1 节 一般规定

2.1.1 入级原则

2.1.1.1 入级表示 CCS 按其规范，认为船体及附属物主要部件的结构强度和完整性，推进系统和操舵系统、发电系统，以及船上装配的其他特征或辅助系统的可靠性和功能，能维持船上的基本服务，并以不同的符号与标志进行标识。

2.1.2 入级过程

2.1.2.1 入级过程由以下阶段组成：

- (1) 规范的制订；
- (2) 通过审图、建造中检验，确认其符合这些规范的要求；
- (3) 当确认符合后，授予船级和签发入级证书；
- (4) 通过建造后检验，确认其符合这些规范的要求，签署或签发入级证书；
- (5) 信息的应用。

2.1.3 定义

2.1.3.1 除另有规定外，《海上高速船入级与建造规范》(以下简称本规范)有关定义如下：

- (1) **入级**：系指船级社根据其颁布的规范为客户提供的技术服务。
- (2) **入级船舶**：系指船级社根据其规范签发入级证书的船舶。
- (3) **非入级船舶**：系指除入级船舶外的船舶。

(4) **近海营运限制**：系指航行于距岸不超过 200n mile 的水域，且船舶在其经营的航线上，满载并以其营运航速航行至庇护地：对客船不超过 4h；对货船不超过 8h。如上述某些水域的海况较为恶劣，则 CCS 可视其情况对上述距离提出更严格的要求。如船旗国主管机关或其所在营运区的海岸主管机关对该水域有特定距离的规定时，则应根据该主管机关的规定执行。

(5) **沿海营运限制**：系指航行于距岸不超过 20n mile 的水域，且船舶在其经营的航线上，满载并以其营运航速航行至庇护地：对客船不超过 4h；对货船不超过 8h。如上述某些水域的海况较为恶劣，则 CCS 可视其情况对上述距离提出更严格的要求。如船旗国主管机关或其所在营运区的海岸主管机关对该水域有特定距离的规定时，则应根据该主管机关的规定执行。

(6) **遮蔽营运限制**：系指航行于沿海航区内由海岸与岛屿，岛屿与岛屿围成的遮蔽条件较好、波浪较小的海域，在该海域内岛屿之间、岛屿与海岸之间距离不超过 10n mile；或距岸不超过 10n mile 的水域，船舶满载并以其营运航速航行，航程不超过 2h，并限制在风力不超过 6 级（蒲氏风级）且目测波高不超过 2.0m 的海况下航行。

(7) **平静水域营运限制**：系指航行于距岸不超过 5n mile 的水域，船舶满载并以其营运航速航行，航程不超过 2h，并限制在风力不超过 6 级（蒲氏风级）且目测波高不超过 1.0m 的海况下航行。

(8) **乘客**：系指除下列人员以外的每一个人：船长、船员和在船上以任何职业从事或参与该船业务工作的人员；和一周岁以下儿童。

(9) **客船**：系指载运乘客超过 12 人的船舶。

(10) **客滚船**：系指具有滚装处所或特种处所的客船。

(11) **货船**：系指非客船的任何船舶，这类船的任一舱破损后，其他未受损处所的主要功能和安全设施仍能维持。

(12) **双体船**：系指具有两个片体的船舶。

(13) **穿浪双体船**：系指具有大宽长比、小水线面面积的一种特殊船型的双体船，简称穿浪船。此种船舶具有优良的耐波性能，在两个片体连接结构的下方近船首中线面处，有一个能减小纵摇的楔形结构，简称穿浪船。

(14) **气垫船**：系指船舶不论在静止或运动时，其全部重量或大部分重量能被连续产生的气垫所支承的船舶。

(15) **全垫升气垫船**：系指籍助柔性围裙保持气垫，并籍助气垫支承其全部重量的一种气垫船。

(16) **水面效应船**：系指籍助浸在水中的永久性硬结构，完全或部分地保持气垫的一种气垫船，如双体气垫船、侧壁气垫船。

(17) **水翼船**：系指非排水状态航行时能被水翼产生的水动升力支承在水面以上的船舶。

(18) **A 类客船**：系指满足下列条件的客船：

① 船舶在其规定的营运航线的任何地点出事，有很大把握能在以下三者中的最短时间内将船上所有乘客和船员救出：

- 救生艇筏内的人员因受冻以至伤亡的时间；
- 与该航线所处的环境条件和地理特点相适应的时间；
- 4h。

② 载客不超过 450 人。

(19) **B类客船**：系指除A类客船以外的任何其他高速客船。这类船的机械和安全系统的设置应在任何一舱内的任何重要机械和安全系统一旦失效，该船仍能保持安全航行的能力。

(20) **最大营运重量** (t)：系指船舶在允许的装载状态营运时达到的最大总重量。

(21) **设计水线**：系指船舶静浮于水面时，其最大营运重量或满载排水量所对应的水线。

(22) **船长** L (m)：系指船舶静浮于水面时，其刚性水密船体位于设计水线以下部分的总长，不包括设计水线处及以下的附体。

(23) **船宽** B (m)：系指刚性水密船体的最大型宽，不包括设计水线处及以下的附体。

(24) **水线宽** B_{WL} (m)：系指船舶静浮于水面时，沿设计水线量得的最大型宽。对于多体船(如双体船、穿浪双体船、水面效应船等)系指设计水线处各片体最大型宽之和。

(25) **型深** D (m)：系指船长 L 中点处(船中)截面由基线量至干舷甲板边线的垂直距离。

(26) **吃水** d (m)：系指船舶静浮于水面时，在船长 L 中点处，由基线量至设计水线的垂直距离。

(27) **满载排水量** Δ (t)：系指船舶满载出港状态静浮于水面时的排水量，通常等于最大营运重量。

(28) **方形系数** C_b ：系指按下式算得的船型系数：

$$C_b = \frac{\Delta}{1.025LB_{WL}d}$$

(29) **舱壁甲板 / 干舷甲板**：系指所有水密横舱壁达到的最上层的连续甲板。

(30) **营运航速**：系指 2.2.4.1 定义的最大航速的 90%。

(31) **庇护地**：系指船舶遭遇恶劣气候条件时，能为其提供庇护的任何天然或人工的遮蔽地区。

(32) **特种处所**：系指可供乘客出入的封闭滚装处所。如果车辆的总净高度合计不超过 10 m, 特种处所可设在一个以上甲板上。

(33) **滚装处所**：系指通常不作任何分隔并延伸至船舶的大部分长度或整个长度的处所，该处所通常能以水平方向装载或卸下油箱内装有自用燃油和 / 或载有货物(以包装或散装型式载于铁路或公路车辆(包括公路或铁路油罐车)、拖车、集装箱、货盘、可拆箱柜内或上，或类似装载装置或其他容器内或上)的机动车辆。

(34) 机器处所：系指设有输出功率 110kW 以上的内燃机、发电机、燃油装置、推进装置、主要电机的处所和类似的处所，以及通往这些处所的围壁通道。

(35) 装货处所：系指所有装货处所和通往这些处所的围壁通道。

(36) 操纵室：系指执行船舶航行和控制的封闭区域。

(37) 操纵站：系指操纵室内设有必需的航行、操纵和通信设施的限制区域。在此区域执行航行、操纵、通信、指挥、下达舵令和了望观测等业务。

(38) 风雨密：系指在任何海况下，水不会透入船内。

(39) 水密：系指能够在任何方向上具有以适当程度抵抗所须承受的最大水压头压力而防止水透过结构的能力。

(40) 国际航行：系指由一国港口驶往另一国的港口或与此相反的航行。

(41) 非国际航行：系指除国际航行以外的航行。

第 2 节 入级规范

2.2.1 入级基础

2.2.1.1 “入级规范”是内容完整的规定，包括入级条件与范围、相配套的技术要求，旨在控制安全与质量达到适当水平，并得到广泛的认同。

2.2.1.2 CCS 颁布的规范是入级的基础和唯一依据。

2.2.1.3 CCS 规范是规定船体结构和重要机械的尺寸、所用材料的质量、结构和机械建造标准、入级和试验要求，以及保持其良好状态的条件。

2.2.1.4 “专门规范”是指只有专门内容、且与入级规范配套使用的规定。

2.2.1.5 CCS 对现有规范中没有包括的内容，或规范中有原则要求、需进一步细化的内容，或需增加具体可操作性的内容，或新颖船舶或设备或系统，将制定相应的指南。采用“指南”可方便入级；凡规范中引用的“指南”，则“指南”中涉及入级的内容均构成规范的要求。

2.2.1.6 CCS 的 COMPASS 计算机软件系统，包括结构计算与评估、船舶性能、轴系振动与强度计算、短路电流计算。计算机软件在审图、建造中和建造后检验等方面发挥重要作用。

2.2.2 规范制订

2.2.2.1 制订规范的主要依据为：

- (1) 使用经验；
- (2) 有关理论和科研成果；
- (3) 国际海事组织 (IMO)、国际船级社协会 (IACS) 等所通过的有关公约、规则、决议、统一要求等适用部分。

2.2.2.2 CCS 规范或其修改通报的初稿，发送到有关船舶及产品的主管机关、设计、制造、检验、船东、科研、高等院校等单位征求意见。

2.2.2.3 根据上述有关方面的专家的评议意见或建议，对规范或修改通报初稿进一步补充和完善，并经 CCS 技术委员会或其分委会审定后，由 CCS 总裁签署后颁布。

2.2.2.4 根据使用经验证明和事故调查涉及的安全情况，或 IMO 有关新决议、规则等生效，且涉及入级部分需要修改时，或接受 IACS 通过的统一要求，CCS 将直接颁布修改通报。

2.2.3 规范生效

2.2.3.1 除另有说明外，规范 (含修改通报) 颁布后，一般在 6 个月后生效。生效日期注明在相应篇的第 1 页或出版物的扉页上。

2.2.3.2 除特别说明外，规范适用于新建船舶和新制造产品。

2.2.3.3 如经建造厂和船东同意，对建造中的船舶可以采用新规范的要求；同样，如新规范的要求比较合理而可行时，CCS 也可同意建造中的船舶采用新规范的要求。不管何种情况，均应在相应技术文件中注明。

2.2.3.4 规范的生效日期仅与规范批准颁布日期有关，不受其他法定要求生效的影响。

2.2.4 适用范围

2.2.4.1 本规范适用于最大航速 V 满足下式的船舶：

$$V \geq 3.7 \nabla^{0.1667} \quad \text{m/s}$$

式中： ∇ —— 设计水线对应的排水体积， m^3 ；

V —— 船舶处于最大营运重量状态以核定的最大持续推进功率，在静水中航行能达到的航速。
船长小于 20m 的高速船可按 CCS《沿海小船建造规范》的规定执行。

2.2.4.2 上述 2.2.4.1 所述船舶包括：

- (1) 在其营运的航线上，满载并以其营运航速航行至庇护地不超过 4h 的高速客船（包括高速客滚船）；
- (2) 在其营运的航线上，满载并以其营运航速航行至庇护地不超过 8h 的 500 总吨及以上的高速货船；
- (3) 在其营运的航线上，满载并以其营运航速航行至庇护地不超过 8h 的 500 总吨以下的高速货船，

可参照本规范执行。

2.2.4.3 除 2.2.4.1 和 2.2.4.2 指明外，本规范不适用于下列船舶：

- (1) 军船；
- (2) 非营业性游艇；
- (3) 非机动船；
- (4) 渔船；
- (5) 木质船。

2.2.4.4 入级船舶的浮力、稳性与分舱、消防、救生、无线电通信等应符合主管机关的有关要求。

2.2.4.5 按本规范入级的船舶，对规范中涉及《国际高速船安全规则》的规定和 IACS 的要求，如实际应用有困难或使用经验证明不必要时，应提供必要背景材料，经 CCS 总部同意后可不适用。

2.2.4.6 高速船的材料与建造工艺除应满足本规范外，还应满足 CCS《材料与焊接规范》的要求。

2.2.5 等效与免除

2.2.5.1 对于具有新型结构和新型特性的任何船舶，如应用 CCS 规范的任何规定会严重妨碍这些船舶对其特性的应用或这些船舶的营运时，经 CCS 总部同意，可免除 CCS 规范的任一要求。

2.2.5.2 船上安装的任何装置、材料、设备和器具可以代替 CCS 规范要求的装置、材料、设备和器具，条件是经试验和其他方法证明认定这些装置、材料、设备和器具至少与 CCS 规范要求具有同等效能。

2.2.5.3 若对规范要求的计算方法、评定标准、制造程序、材料、检验和试验方法，能提供相应的试验、理论依据、使用经验或有效的公认标准，经 CCS 总部同意，可以接受作为代替和等效方法。

第 3 节 入级符号与附加标志

2.3.1 入级符号

2.3.1.1 入级符号是船舶主要特性的表述，具有强制性。

2.3.1.2 凡船舶的船体（包括设备）与轮机（包括电气设备）符合本规范，CCS 将授予相应的入级符号和附加标志。

2.3.1.3 适用本规范的船舶的入级符号如下：

对国际航行 / 非国际航行船舶：

★ CSA

★ CSM

或

★ CSA

★ CSM

或

★ CSA

★ CSM

对仅中国国内航行船舶：

★ CSAD

★ CSMD

或

★ CSAD

★ CSMD

或

★ CSAD

★ CSMD

入级符号含义如下：

★ CSA——表示船舶的结构与设备由 CCS 审图和建造中检验，完全符合 CCS 规范的规定，并符合《国际高速船安全规则》的要求。

★ CSA——表示船舶的结构与设备不由 CCS 审图和建造中检验，其后经 CCS 进行入级检验，认为其符合 CCS 规范的规定，并符合《国际高速船安全规则》的要求。

★ CSM——表示船舶推进机械和重要用途的辅助机械由 CCS 进行产品检验，而且船舶轮机和电气设备由 CCS 审图和建造中检验，符合 CCS 规范的规定，并符合《国际高速船安全规则》的要求。

★ CSM——表示船舶推进机械和重要用途的辅助机械不由 CCS 进行产品检验，但船舶轮机和电气设备由 CCS 审图和建造中检验，符合 CCS 规范的规定，并符合《国际高速船安全规则》的要求。

★ CSM——表示船舶轮机和电气设备不是由 CCS 审图和建造中检验，其后经 CCS 进行入级检验，认为其符合 CCS 规范的规定，并符合《国际高速船安全规则》的要求。

★ CSAD——表示船舶的结构与设备由 CCS 审图和建造中检验，并完全符合 CCS 规范的规定。

★ CSAD——表示船舶的结构与设备不由 CCS 审图和建造中检验，其后经 CCS 进行入级检验，认为其符合 CCS 规范的规定。

★ CSMD——表示船舶推进机械和重要用途的辅助机械由 CCS 进行产品检验，而且船舶轮机和电气设备由 CCS 审图和建造中检验，并符合 CCS 规范的规定。

★ CSMD——表示船舶推进机械和重要用途的辅助机械不由 CCS 进行产品检验，但船舶轮机和电气设备由 CCS 审图和建造中检验，并符合 CCS 规范的规定。

★CSMD——表示船舶轮机 and 电气设备不是由 CCS 审图和建造中检验，其后经 CCS 进行入级检验，认为其符合 CCS 规范的规定。

2.3.2 附加标志

2.3.2.1 附加标志是船舶不同特点的分级表述，加注在入级符号之后，包括船体附加标志和轮机附加标志。

2.3.2.2 附加标志系由船东申请，经 CCS 审图、检验，确认符合本规范的相应规定后，由 CCS 授予。

2.3.2.3 船体附加标志由以下船舶类型、船舶服务类别和营运限制组成：

(1) 船舶类型附加标志，见表 2.3.2.3(1)：

表 2.3.2.3 (1)

序号	船舶类型附加标志	
	中文	英文
1	高速单体船	Mono-Hull HSC
2	高速双体船	Catamaran HSC
3	穿浪双体船	Wave Piercer Craft
4	高速水面效应船（侧壁气垫船）	Surface Effect Ship
5	全垫升气垫船	Air Cushion Vehicle
6	水翼船	Hydrofoil Craft

(2) 船舶服务类别附加标志，见表 2.3.2.3(2)：

表 2.3.2.3 (2)

序号	船舶服务类别附加标志	
	中文	英文
1	A 类客船	Passenger A
2	B 类客船	Passenger B
3	A 类客滚船	Ro/Ro Passenger A
4	B 类客滚船	Ro/Ro Passenger B
5	货船	Cargo

(3) 航区营运限制附加标志，见表 2.3.2.3(3)：

表 2.3.2.3 (3)

序号	营运条件附加标志	
	中文	英文
1	近海营运限制	Greater Coastal Service Restriction
2	沿海营运限制	Coastal Service Restriction
3	遮蔽营运限制	Sheltered Water Service Restriction
4	平静水域营运限制	Calm Water Service Restriction

2.3.2.4 轮机附加标志包括：

(1) 轮机（包括电气设备）的附加标志见表 2.3.2.4(1)：

表 2.3.2.4 (1)

特殊检验附加标志	
中文	英文
机械计划保养系统	PMS(Planned Maintenance System)

(2) 凡经 CCS 批准入级的船舶机械，如果主机和发电机的原动机实行经 CCS 批准的计划保养系统，并符合本规范规定，则在其船级符号后加注上述轮机附加标志（Planned Maintenance System）。

2.3.2.5 应船东申请，经 CCS 同意，按 CCS 颁布的有关规范或接受的其他标准建造的船舶和轮机装置，CCS 将根据具体情况授予相应的附加标志。例如，船舶服务类别附加标志：

救助船 Rescue

第 4 节 申请与费用

2.4.1 申请

2.4.1.1 申请 CCS 服务者，均需由申请人向 CCS 或 CCS 指定单位或当地分支机构提交书面申请或申请表，和 / 或与 CCS 签订合同 / 协议。

2.4.1.2 申请书或合同 / 协议，应明确双方的责任、入级符号与附加标志、船舶要素等。

2.4.1.3 申请人应提供从事上述服务所需的图纸和技术文件。

2.4.1.4 为顺利和及时进行各种检验，申请人应为 CCS 检验人员提供安全和方便的检验条件，包括执行检验所进入的场所、车间、工厂和船舶等。

2.4.2 费用

2.4.2.1 申请人应按 CCS 费规和 / 或合同 / 协议规定支付费用和交通费，以及其他必要的费用。

2.4.2.2 超过合同 / 协议外的服务，或由于被服务方的原因造成 CCS 的重复服务，CCS 有权向申请人收取额外附加费用。

第 5 节 图纸提交、审图与检验

2.5.1 图纸资料审查

2.5.1.1 开工前，申请方应按第 3 章第 1 节的规定，将图纸资料一式 3 份提交 CCS 指定的审图单位进行审查。姐妹船或按已批准图纸在一年内再续造的船舶，根据不同情况，可免除或可适当减少提交审查图纸的份数。

2.5.1.2 船舶检验、试验项目表及工艺性文件，如建造工艺、焊接规格表、无损检测图、机械安装工艺（轴系合理校中除外）、倾斜试验大纲、系泊和航行试验大纲等，均应提交 CCS 现场船师审查。

2.5.1.3 提交审批的图纸资料，应给出规范要求的所必需的尺寸和有关数据。

2.5.1.4 “批准”指图纸资料或文件已审核，符合 CCS 规范的要求。CCS 对图纸资料的批准仅包含 CCS 规范要求的项目，而不涉及 CCS 规范不要求的项目。若 CCS 同时承担法定检验，则 CCS 的“批准”还应包括有关法定规则要求的项目。

2.5.1.5 经审查认为符合规定的图纸资料，应在批准的图纸资料上，盖“批准”章。批准的条件和限制意见，可写在图纸资料上；也可在退图的信函中陈述，但应在图纸资料上注明。

2.5.2 批准图纸的有效期

2.5.2.1 批准的图纸仅在审图申请书或合同 / 协议上所指定的船厂、建造工程编号或建造艘数范围内有效。

2.5.2.2 凡属下列情况之一，已经批准的船舶入级图纸即自行失效：

(1) 有较大修改的新规范 (含规范修改通报) 生效时，对船舶横剖面图和舳剖面图已批准的船舶，仍可适用原规范，但有效期为 1 年；

(2) 审图申请书或合同 / 协议中填写的工程编号或艘数全部建造完工时；

(3) 自批准之日起已满 4 年；

(4) 批准的建造厂或建造工程编号改变，或超过建造艘数时；

(5) 不是由 CCS 进行建造中检验。

2.5.2.3 船旗国政府的法定要求或接受的国际公约、规则及其修正案的生效，影响批准图纸有效性时，已经批准的船舶法定图纸即自行失效。

2.5.3 检验

2.5.3.1 对拟申请 CCS 船级的船舶，并同时又受船旗国政府授权 CCS 对其进行法定检验时，CCS 可将船级检验与法定检验结合进行。

2.5.3.2 船级检验包括建造中检验、建造后检验、现有船舶初次入级检验和重大改建等检验。

2.5.3.3 适用本规范的船舶的法定检验应按本章第 12 节的相应规定，船级检验和船用产品检验应按第 3 章的相应规定。

第 6 节 供应方认可

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 代表船东向 CCS 提供诸如安全系统和设备的测量、试验或维护服务，且其结果用作 CCS 验船师检验依据的供应方，应经 CCS 认可，以证实其具有提供认可服务的能力。

2.6.1.2 如所提供的服务影响 CCS 签发法定证书的决定，该供应方也应获得 CCS 认可。CCS 也可接受船旗国主管机关或其授权的机构认可的供应方。

2.6.1.3 供应方行为不代表 CCS，供应方应对其所提供服务及其服务结果负责。

2.6.2 认可要求

2.6.2.1 申请认可的供应方应符合如下条件：

- (1) 具有足够的能胜任提供认可服务的技术、操作、检验和监督人员；
- (2) 配备必要和适宜的设备和设施；
- (3) 建立并保持一个有效的文件化质量保证体系。

2.6.2.2 供应方认可范围和认可程序要求按《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章附录 8《服务供应方认可程序要求》执行。

2.6.3 认可供应方名录

2.6.3.1 CCS 发布并维护经 CCS 认可供应方名录。

第 7 节 船级的授予、保持、暂停、取消与恢复

2.7.1 船级授予与保持

2.7.1.1 船体 (包括设备) 与轮机 (包括电气设备) 经审图和检验后, 确认其符合 CCS 规范有关规定, CCS 将授予入级符号与相应的附加标志, 并签发入级证书。

2.7.1.2 船东应进行维修保养, 并按入级证书规定的条件进行营运。

2.7.1.3 已经授予 CCS 船级的船舶, 按照本规范进行建造后检验并符合本规范的要求时, 船级继续有效, CCS 将签署或换发新的入级证书。

2.7.2 船级暂停与取消

2.7.2.1 船级暂停：

(1) 船舶超出入级符号与附加标志规定的限制, 以及批准的其他附加条件进行营运, 船级将被暂停, 入级证书将失效。

(2) 船舶一旦发生任何可能使已授予的船级趋于失效的损坏、缺陷、故障或搁浅，且未在合理的第一时间向 CCS 报告，或者在预期的修理开始之前未提交 CCS 同意，均可能导致船级暂停，并使入级证书失效。

(3) 如下情况之一，将导致船级暂停和入级证书失效，除非验船师为完成这些检验已登轮：

- ① 如 CCS 给出的船舶遗留项目或船级条件在规定时间内未消除，且未经 CCS 同意展期；
- ② 如在年度检验时，到期或过期的循环检验项目未完成，且未经 CCS 同意展期；
- ③ 如除年度检验、中间检验或特别检验以外其他建造后检验，未在到期日完成，且未经 CCS 同意展期；
- ④ 如任何损坏、缺陷、故障或搁浅的修理未按规定完成并检验。

(4) 如下情况之一，将导致船级自动暂停和入级证书失效：

- ① 年度检验未在其周年到期日的后 3 个月内完成，除非船舶正在进行年度检验的完成检验；
- ② 中间检验未在 5 年特别检验周期的第 3 个年度检验周年到期日的后 3 个月内完成，除非船舶正在进行中间检验的完成检验；
- ③ 船舶未在 CCS 规定的期限内完成特别检验且未经 CCS 同意展期，除非在到期日之前船舶已开始进行特别检验的完成检验（此检验应在恢复营运前完成）。

a 在“例外情况”下，如验船师登轮按照下述范围检验满意后，CCS 可同意给予不超过 3 个月的特别检验展期：

- (a) 年度检验；
- (b) 对遗留项目 / 船级条件重新进行检查；
- (c) 特别检验的项目尽实际可能地进行；
- (d) 坞内检验应与特别检验一起展期，并应由认可的水下检验公司进行一次水下检验。如船舶的水下部分没有遗留项目 / 船级条件，且展期后的坞检到期日距上次坞检不超过 36 个月，则可不进行水下检验。

b 如船舶的入级证书预计在海上航行时将过期，且在证书到期之前船东已向 CCS 书面申请特检展期，并已对验船师在该轮即将挂靠的第一港口登轮进行实质性的安排，当 CCS 认为这种展期在技术上合理可行时，该轮的特别检验可以宽限至入级证书到期后抵达的第一个港口。在“例外情况”下，如船舶的特别检验无法在第一港口完成，则可按照上述 a 要求进行特检展期，但是，展期后的特别检验到期日自原特检到期日算起不得超过 3 个月。

(5) 如出现超出船东或 CCS 正常控制能力的不可抗力的情况，船舶在港时无法及时完成到期检验项目，经船东申请，在满足下述条件下，CCS 可同意船舶在保持船级情况下，直接航行到卸货港卸货，必要时，随后压载航行至将完成检验的港口：

- ① 检查船舶记录；
- ② 当因不可预见的原因导致 CCS 无法在当前港口登轮时，CCS 应能够在船舶的第一个到达港，进行到期和 / 或过期的检验项目及遗留项目 / 船级条件的检查；
- ③ 通过对该轮历史记录的了解及当前港口的检验，如现场验船师认为船舶状况适合单航次航行至卸货港，以及必要时随后压载航行至修船港，并经过 CCS 总部确认。当因不可预见的原因导致 CCS 无法在当前港口登轮时，船长应确认船舶状况满足前往最近的停靠港的要求。在此情况下，船级已经自动暂停的船舶，如满足上述条件，船级可以恢复。

2.7.2.2 船级取消：

(1) 如发生下述情况之一，船级将被取消：

- ① 应船东的申请时；
- ② 当导致船级暂停的情况未在规定的时间内纠正时；
- ③ 如船舶在尚未完成要求其在开航前处理的遗留项目或船级条件时出海航行，船级将立即被取消；
- ④ 当船舶因过期的年度检验、中间检验、特别检验或本规范规定的其他建造后检验和 / 或过期的遗留项目 / 船级条件，而导致船级暂停连续达到 6 个月时；
对于处于搁置状态、正在等待对其事故的处置或正在进行恢复船级的检验的船舶，可以同意延长船级暂停期；
- ⑤ 船舶的船体与设备、轮机包括电气设备，遭受重大损坏或发生其他情况，经确认已无法继续营运时，如沉没、拆船等；
- ⑥ 未按时交纳检验费。

2.7.2.3 如只是因与保持特殊的附加标志有关的检验要求未按规定进行，则暂停或取消仅限于相应的特殊附加标志。

2.7.2.4 船级暂停或取消的公告：

- (1) 取消船级的船舶，将在 CCS 船舶录或其补录上给予相应的公布。
- (2) 船舶的船级暂停或取消时，CCS 将以书面形式通知船东、船旗国政府主管机关，并在中国船级社网站中登出，供保险人等有关利益方获悉。

2.7.3 船级恢复

2.7.3.1 在下列情况下，可以恢复船级：

(1) 当船舶满意地完成过期的检验之后，船级将恢复。恢复船级后，下次相关检验的到期日期仍应按原相应检验的到期日起算。从船级暂停到船级恢复期间，船舶不具有船级；

(2) 到期或过期的循环检验项目经确认完成，船级将恢复；

(3) 到期或过期的遗留项目经确认完成，船级将恢复。

2.7.3.2 船舶的船级恢复时，CCS 将以书面形式通知船东、船旗国政府主管机关，并在中国船级社网站中登出，供保险商等有关利益方获悉。

第 8 节 证书与报告

2.8.1 证书

2.8.1.1 入级证书仅表示证书所述的船舶、结构、材料、设备、机械、电气设备或入级证书覆盖的其他项目，通过审图、建造中检验和建造后检验，确认符合 CCS 规范的要求，适合于预定的用途。

2.8.1.2 入级证书所附的设备记录，是入级证书的一部分。

2.8.1.3 入级证书和报告由 CCS 独立签发。根据合同 / 协议规定签发的入级证书的有效性、适用性和解释仅取决于 CCS 规范，并且 CCS 保留唯一的评判。

2.8.1.4 入级证书应附有双方同意的条款与条件。

2.8.2 证书有效期限

2.8.2.1 船舶入级证书的有效期限应不超过 5 年。

2.8.2.2 临时入级证书的有效期限应不超过 5 个月。

2.8.2.3 入级证书的有效期限应尽量与该船法定证书有效期限进行协调。

2.8.3 入级证书的签发与签署

2.8.3.1 初次检验完成后，由执行检验单位签发临时入级证书。

2.8.3.2 临时入级证书签发后，检验单位应提交临时入级证书、记录、报告和其他技术文件，经 CCS 总部主管部门审核并报请入级委员会核准，由 CCS 总裁或其授权人员签发入级证书。

2.8.3.3 按本规范第 3 章第 4 节规定完成建造后检验，验船师应按规定在入级证书上签署。

2.8.3.4 特别检验完成后，如在现有入级证书期满日前不能发给新的入级证书，则验船师可在现有入级证书上签署，签署有效期为从现有入级证书期满日起不超过 5 个月。

2.8.3.5 特别检验完成后，检验单位应提交报告和其他技术文件，经 CCS 总部主管部门或指定的检验单位审核，由 CCS 总裁或其授权人员签发新的入级证书。

第 9 节 船舶录与产品录

2.9.1 船舶录

2.9.1.1 对 CCS 批准入级的船舶，当授予入级符号和附加标志后，CCS 将船舶的各主要特性要素和细节，编入 CCS 定期出版的船舶录中，为船舶有关方，如船舶制造厂、船东、保险人、货运方和租船方等提供信息。

2.9.1.2 随后若船舶或其某些特性要素发生变化时，CCS 将及时出版新的船舶录或其修正本。

2.9.2 产品录

2.9.2.1 CCS 认可的工厂和船用产品，CCS 将其有关的产品的名称及其主要性能要素和细节及其制造厂的详细资料，编入 CCS 定期出版的船用产品录中，为船舶设计、船舶制造厂、船东、贸易商和出口商等提供信息。

2.9.2.2 随后，若认可船用产品的增加或性能变更，CCS 将及时出版新的船用产品录或其补录。

第 10 节 责任、分歧与仲裁

2.10.1 各方责任

2.10.1.1 CCS 规范是船舶及相关产品的设计、制造及试验的依据，但不是设计唯一依据。规范不能替代制造厂的工艺控制和质量控制，也不能减轻或解除制造方的责任。

2.10.1.2 CCS 规范并不覆盖船上每个结构件或每项设备，也不覆盖操作因素，亦不覆盖入级适用范围以外的活动，这些活动包括设计与制造过程、机器与某些设备类型及功率的选择、船员或操作人员的数量及资格、船体线型和载货能力以及操纵性能、货物系固、船体与设备振动、噪声、备件、救生设备与维护保养设备等。

2.10.1.3 如第三方使用 CCS 的规范，但没有经过 CCS 审图和检验而产生的后果，CCS 不承担责任。

2.10.1.4 CCS 承担的船舶入级是在所涉及的设计方、建造方、拥有方、制造方、销售方、供应方、修理方、营运方以及其他方履行各自职责的基础上进行的。由 CCS 签发的任何报告、文件和证书中所包含的内容，均不意味是减轻或解除上述任何方应承担的任何责任。

2.10.1.5 CCS 签发的与检验有关的任何文件，只反映检验当时的状况。

2.10.1.6 入级证书（入级符号及附加标志）只证明该船符合 CCS 颁布的相应入级规范的要求。如船舶不符合 CCS 规范的要求，CCS 有权不授予、暂停与取消入级符号及附加标志。

2.10.1.7 CCS 在有关报告、声明、审图、检验、发证或其他服务外，除涉及规范的要求外，不再做其他表述。CCS 在入级证书和报告外的其他文件所提供的信息，是否应采用由用户决定，CCS 不对此行为的后果负责。

2.10.1.8 CCS 应照合同提供服务，在任何情况下，CCS 均不对与其无直接合同关系方的任何损失承担责任。

2.10.2 分歧

2.10.2.1 CCS 颁布的规范的解释权属 CCS 总部。CCS 规范由 CCS 译成英文版本，如对英文版本发生歧义，应以 CCS 现行规范中文版为准。

2.10.2.2 验船师在执行其任务中与有关方产生分歧而影响工作进度时，有关方应及时向验船师所在服务单位提出书面申诉；如对其申诉处理仍不满意时，则可用书面连同详细背景材料向 CCS 总部申诉，总部将根据情况做出最终的裁决。

2.10.2.3 如要求 CCS 总部进行审查时，审查所产生的费用应由申诉人支付，但证明申诉人的申诉是正确的除外。

2.10.3 仲裁

2.10.3.1 CCS 仅对由于自身疏忽行为而直接造成的损失或损害承担责任，在任何情况下，CCS 均不对间接损失或随后引发附加损失或损害承担责任。

2.10.3.2 尽管有上述规定，如依法判定合同关系方所遭受的损失或损害，仅仅是由于 CCS 或其雇员、代理人或 CCS 其他代表方的疏忽行为造成的，CCS 将承担责任，并将支付赔偿，但此赔偿的数额不超过该项服务收费的 5 倍，且最大不超过人民币 200 万元。但如该损失或损害系由如下行为所造成，CCS 将不承担任何责任：

- (1) CCS 雇员超越其受雇权限的行为；
- (2) CCS 的代理人或其他代表方，超越 CCS 对其书面授权范围的行为。

2.10.3.3 对 CCS 承担责任的损失或损害的索赔，应以书面形式，在损害最初被发现或损失形成的 6 个月内提出，否则将被视为彻底放弃索赔权。

2.10.3.4 除与 CCS 另有约定外，凡因本规范引起的或与依照本规范提供的服务有关的任何争议，均应提交中国海事仲裁委员会，按照申请仲裁时该会现行有效的仲裁规则进行仲裁。仲裁裁决是终局的，对争议当事双方均有约束力。

2.10.4 适用法律

2.10.4.1 适用中华人民共和国法律。

第 11 节 信息提供与披露

2.11.1 信息提供

2.11.1.1 信息的提供方，应对向 CCS 提供船舶入级所需信息的真实性、及时性和完整性负责。

2.11.2 信息披露

2.11.2.1 除下列情况外，CCS 不会将入级得到的信息，披露给合同规定以外的其他方：

- (1) 当船舶的船级从 CCS 转级到另一个 IACS 成员时，船级有关资料与检验报告应提供给对方船级社；
- (2) 按照 IACS 的工作规定，有关船舶录的更新数据、船级暂停以及检验状态数据，应传递给 IACS；
- (3) IACS 质量审核代表或船旗国政府代表对 CCS 进行审核时，在审核期间可以查阅 CCS 入级船舶的有关证书、文件和信息；
- (4) 船旗国法律有特别规定、有管辖权的法院或船东书面同意的情况。

第 12 节 法定检验

2.12.1 一般要求

2.12.1.1 根据船旗国政府的授权，以及船东或设计单位或建造厂的申请或合同 / 协议，CCS 将承担部分或全部的船舶法定检验。

2.12.1.2 对申请 CCS 的入级船舶，CCS 将对船舶入级与法定检验结合进行。

2.12.1.3 经 CCS 审图、建造中检验和建造后检验，确认船舶满足相应的法定要求，CCS 将签发相应的法定证书和 / 或报告。

2.12.1.4 由 CCS 进行入级与法定检验的船舶，如入级证书失效，且影响到相关法定检验证书签发条件时，则相关的法定证书也同时失效。

2.12.2 法定检验依据

2.12.2.1 对国际航行高速船，法定要求是国际公约或规则，主要包括：

- (1) 国际高速船安全规则；
- (2) 1969 年国际船舶吨位公约；
- (3) 经修订的 1973/1978 国际防止船舶污染公约；
- (4) 1972 年国际海上避碰规则等。

2.12.2.2 对非国际航行高速船的法定要求，是船旗国政府的有关法定规则；

2.12.2.3 在申请书或合同 / 协议中，明确适用的有关法定要求规定。

2.12.3 有关各方责任

2.12.3.1 法定要求的解释权属于船旗国政府主管机关；

2.12.3.2 法定要求中涉及的等效与免除，是船旗国政府主管机关的责任。

2.12.3.3 CCS 进行法定检验时，如船旗国主管机关的法定要求现有船舶溯及适用而导致船舶改装等费用或损失，CCS 均不承担责任。

第 13 节 审 核

2.13.1 垂直合同审核

2.13.1.1 第三方独立审核机构代表 (包括认可的认证机构 (ACB) 代表、IACS 观察员等)、欧洲委员会 (EC) 的代表对 CCS 进行垂直合同审核时，在 CCS 代表的陪同下，有关船东、船厂和产品制造厂，应为审核代表的工作提供方便，以便使其审核工作顺利进行。

2.13.1.2 在审核过程中，审核代表如提出要求获得有关信息，在确保他们不会以任何方式复制这些信息或传递给其他方的前提下，有关船东、船厂和产品制造厂应提供这些信息。

第 3 章 船用产品检验与船舶检验

第 1 节 图纸审查

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 入级船舶开工建造前应按第 2 章第 5 节的规定将本节所列的图纸资料提交 CCS 审查。

3.1.1.2 船舶建造过程中如有重大修改，应将修改涉及的图纸资料重新送 CCS 审查。

3.1.2 开工前应送审的图纸资料

3.1.2.1 应提交下列船体图纸资料送 CCS 批准：

- (1) 结构强度计算书或结构规范计算书 (包括总强度和局部强度)；
- (2) 结构直接计算书 (如有时)；
- (3) 主要横剖面结构图；
- (4) 基本结构图；
- (5) 典型结构节点图；
- (6) 上层建筑和甲板室结构图；
- (7) 主舱壁结构图；
- (8) 外板展开图；
- (9) 纤维增强塑料船船体铺层设计图 (如有时)；
- (10) 主机座和推力轴承座结构图；
- (11) 尾轴架的结构图及其强度计算书，以及空气螺旋桨 (如有时) 基座的结构图；
- (12) 车辆跳板及尾门结构图 (如有时)；
- (13) 水翼结构图 (如有时)；
- (14) 水翼强度计算书 (如有时)；
- (15) 围裙布置与结构图 (如有时)；
- (16) 围裙连接图 (如有时)；
- (17) 船舶在波浪中航行时的限速曲线图；
- (18) 全船门、窗、盖的结构、材料和布置图 (包括窗玻璃的厚度计算、窗玻璃的粘接计算、粘接节点图等)；

- (19) 舵结构及外形图 (包括舵叶、舵杆、舵承及连接等结构) 及其强度计算书;
- (20) 舾装数计算书;
- (21) 锚泊及系泊设备布置图;
- (22) 纤维增强塑料船船体的锚泊、系泊、乘客座椅等受力较大部位的预埋件结构图 (如有时)。

3.1.2.2 应提交下列船体图纸资料供 CCS 备查:

- (1) 船体说明书;
- (2) 总布置图;
- (3) 线型图;
- (4) 静水力曲线图;
- (5) 淡水舱和油舱布置图 (包括舱容图);
- (6) 重量重心计算书;
- (7) 船体局部振动计算书 (如有时);
- (8) 船体材料清单和力学性能试验报告 (包括粘结窗玻璃的粘结剂)。

3.1.2.3 应提交下列机械图纸资料送 CCS 批准:

- (1) 机舱布置图;
- (2) 舱底水管系图;
- (3) 压载管系图;
- (4) 空气、测量、溢流和注入管系图;
- (5) 疏排水管系图;
- (6) 滑油管系图;
- (7) 冷却水管系图;
- (8) 燃油管系图;
- (9) 液压管系图;
- (10) 压缩空气管系图;
- (11) 排气管系图;
- (12) 机舱通风管系图;
- (13) 轴系布置图;
- (14) 轴系各轴零件图;
- (15) 尾管总图, 包括密封装置和尾管轴承图;
- (16) 推进器图 (水螺旋桨或空气螺旋桨或喷水推进器及等效装置);

- (17) 轴系强度计算书；
- (18) 推进轴系扭转振动计算书；
- (19) 推进轴系回旋振动计算书；
- (20) 垫升轴系扭转振动计算书；
- (21) 垫升轴系回旋振动计算书；
- (22) 推进器强度计算书；
- (23) 空气螺旋桨叶片固紧预紧力计算书；
- (24) 螺旋桨液压装配图及计算书；
- (25) 舵传动装置总图；
- (26) 舵装置操纵系统图；
- (27) 舵、舵杆和舵柄及其强度计算书。

3.1.2.4 应提交下列机械图纸资料供 CCS 备查：

- (1) 轮机说明书；
- (2) 减摇装置功能原理说明书及船上布置图 (如有时) ；
- (3) 机械设备明细表。

3.1.2.5 应提交下列电气图纸资料送 CCS 批准：

- (1) 电力负荷计算书；
- (2) 蓄电池容量计算书；
- (3) 短路电流计算书 (适用于发电机总容量大于 250KVA 的船舶) ；
- (4) 主要电力设备布置图；
- (5) 电力系统图；
- (6) 全船主照明和应急照明系统图和布置图；
- (7) 主干电缆走向图 (适用于客船) ；
- (8) 船内通信系统图和布置图；
- (9) 船舶和乘员安全系统图和布置图；
- (10) 主配电板 (或蓄电池充放电板) 单线图；
- (11) 应急配电板 (或蓄电池充放电板) 单线图；
- (12) 报警项目表 (第 8 章所涉及的报警项目的显示位置和报警方式) ；

(13) 遥控、报警与安全系统的动力源系统图。

3.1.2.6 应提交下列电气图纸资料供 CCS 备查：

- (1) 全船电气说明书；
- (2) 电气设备明细表。

3.1.2.7 CCS 认为必要的其他图纸资料。

第 2 节 船用产品检验

3.2.1 一般规定

3.2.1.1 除 3.2.1.2 规定外，高速船的船用产品检验应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章的有关规定。

3.2.1.2 下列船用产品应由 CCS 进行产品检验。装船前验船师应检查相应的合格证明。

(1) 装用于高速船的下列产品：

- ① 功率小于 135kW 的发动机；
- ② 航空用油泵、油马达；
- ③ 航空用液压元件及装置；
- ④ 航空用管材。

(2) 装用于全垫升气垫船的下列产品：

- ① 主柴油机；
- ② 离心式离合器；
- ③ 弹性联轴器；
- ④ 空气螺旋桨；
- ⑤ 航空用油滤器；
- ⑥ 航空用电缆。

3.2.1.3 如 3.2.1.2 规定无法实施且经 CCS 同意，验船师可以接受船厂提交的适用的产品合格证。

第 3 节 建造中检验

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 船舶设计单位应建立适当的质量保证体系，以保证船舶和产品的设计质量。设计单位还应提供其供应方名单及其一般性文件资料。

3.3.1.2 制造厂应建立适当的质量保证体系，以保证船舶和产品的建造质量。制造厂还应提供其供应方名单及其一般性文件资料（如制造厂简介及质量管理体系资料等）。

3.3.1.3 本规范要求的材料、设备和系统等产品制造厂，应申请 CCS 进行产品检验，产品检验要求见本章第 2 节。

3.3.1.4 凡为船舶提供重要的安全系统和测量、试验设备等的服务公司，而且服务的结果将作为检验依据时，应经 CCS 认可；否则，该种服务应在验船师监督下进行。

3.3.2 开工前评估与检查

3.3.2.1 船舶开工前，CCS 将派验船师对船厂的能力和质量保证体系进行评估，和/或进行开工前检查。

3.3.2.2 验船师应审查或确认船舶检验、试验项目及工艺性文件，如焊接工艺、焊接规格表、无损检测图、机械安装工艺（轴系合理校中除外）、倾斜试验大纲、系泊和航行试验大纲等。

3.3.2.3 验船师确认本规范要求的重要用途的材料、设备和系统，符合批准图纸、计算书和其他技术文件的规定，且持有 CCS 船用产品证书。

3.3.2.4 验船师应按已批准的图纸资料进行核查，并对审图批准的条件和限制（审图意见书和回复意见）的执行情况进行确认。

3.3.3 检验项目

3.3.3.1 船体部分检验项目如下：

- (1) 材料审查，确认其持有 CCS 产品证书；
- (2) 分段 / 组装检验、大合拢检验（包括水翼安装、围裙安装等）。当采用整体建造检验时，节点由验船师酌情考虑；
- (3) 结构和舱室完整性检查；
- (4) 压力试验和密性试验；
- (5) 舱口和开口的关闭装置试验，包括遥控装置；
- (6) 舵机、锚机、系泊设备安装后检查；
- (7) 舵中心线、推进轴系中心线的确定；
- (8) 车辆跳板收、放试验（如适用）；
- (9) 船舶主尺度和载重线标志和水尺的确定；
- (10) 空船重量的测定；

(11) 倾斜试验，包括试验前船舶状况的确认；

(12) 附加标志要求的检验项目；

(13) 系泊和航行试验；

(14) CCS 认为需要检查的项目。

3.3.3.2 机械部分检验项目如下：

(1) 确认规范规定的重要机械设备均持有 CCS 产品证书；

(2) 机械主要零、部件材料的确认，包括参加部分材料试验；

(3) 部分机械的车间试验；

(4) 管系试验，包括在车间的强度试验和装船后的密性试验；

(5) 重要机械设备安装后的检查和试验，如主机、轴系、螺旋桨、齿轮箱、发电机组、喷水推进装置垫升装置、重要泵、舵机、锚机、空压机、热交换器、海底阀、舷旁阀等；

(6) 系统的检查和试验，如燃油、滑油、舱底、压载、消防、通风、测量、加热、冷却、透气、阀门遥控等；

(7) 轮机自动控制和遥控系统检查和试验；

(8) 遥控关闭装置检查和试验，如油柜速闭阀、通风系统切断和关闭等；

(9) 附加标志要求的检验项目；

(10) 系泊和航行试验；

(11) CCS 认为需要检查的项目。

3.3.3.3 电气部分检验项目如下：

(1) 确认规范规定的重要用途电气设备均持有 CCS 产品证书；

(2) 主配电板、应急配电板和主要分电箱安装后检查和试验；

(3) 电缆规格查核和敷设情况检查；

(4) 船内通信试验；

(5) 遥控和自动化 — 主机、辅机、操舵系统检查和试验 (包括控制、安全和报警系统)；

(6) 滚装处所电气设备等安装情况检查和试验；

(7) 应急电源的检查和试验 (包括充电设备)；

- (8) 附加标志要求的检验项目；
- (9) 系泊和航行试验；
- (10) CCS 认为需要检查的项目。

3.3.4 试验要求

3.3.4.1 船体结构密性试验：

(1) 对下列项目应作冲水试验：

- ① 水密舱壁、水密平台及轴隧；
- ② 舱壁水密门、气垫船垫升风机的气道；
- ③ 风雨密的门、窗、盖；
- ④ 铝合金铆接的上层建筑和甲板室的接缝。

冲水试验时，出水口的水压力不低于 0.05MPa，喷嘴内径不小于 16mm，喷嘴离被试验处的距离应不大于 3m，水柱移动速度应不大于 0.1m/s。

(2) 应对下列部位进行水压试验：

- ① 空的首、尾尖舱压水到最大破损水线；
- ② 所有水舱、油舱、液体压载舱以及装载液体的首、尾尖舱均压水到该舱舱顶以上 1.5m 或到其溢流管顶，取其大者；
- ③ 全垫升气垫船的浮箱应压水到最大破损水线；
- ④ 如在船台上进行水压试验有困难，可在船下水后进行。但应在下水前在船台上对船体的水下部分及下水后无法检查的部分用适宜的方法检查密性。

(3) 上述 (2) 所要求的水压试验可以用充气试验代替，将空气压力升到 0.02 MPa，并保持该压力约 1h 以达到稳定状态后，再降至不小大于 0.15 MPa 试验压力，然后涂刷肥皂水进行渗漏检查。

- (4) 配膳室、厕所、盥洗室、蓄电池室等围壁下沿应灌水试验，灌水至门槛高。

3.3.4.2 机械设备密性试验

(1) 机械设备、压力容器和管系安装后应进行密性试验，试验时间一般为 3~5min，试验压力按本规范第 6 章有关要求。

3.3.4.3 倾斜试验

(1) 所有船舶建造完成后应进行倾斜试验来确定其稳性要素，以便提供给船长能在船舶各种营运状态下迅速而又简便的方法获得船舶有关稳性。倾斜试验的条件、要求和结果的评定应满足船旗国主管机关的要求。若船旗国主管机关无要求，则应符合 CCS 按 IMO 相关规定制定的有关指南的要求。

(2) 对具有相同类型船舶倾斜试验所得的基本稳性数据或参考类似船舶已有稳性数据, 表明该船的尺度比例和布置, 具有足够大的初稳性高度时; 或对特殊船型, 在一切可能的装载条件下, 均具有足够大的初稳性高度时; 或当不可能作出精确的倾斜试验时, 经 CCS 总部同意后, 可不做倾斜试验, 此时, 空船排水量和重心应由空船重量检验和精确的计算来确定。或当不可能作出精确的倾斜试验时, CCS 在征得船旗国政府主管机关同意后, 可不做倾斜试验, 此时空船排水量和重心应由空船重量检验和精确的计算确定。

3.3.4.4 系泊试验和航行试验按批准的试验大纲进行。

3.3.5 资料与报告

3.3.5.1 制造厂应向验船师和船东提交有关的检查、试验、测量等报告和记录。

3.3.5.2 验船师在检验、试验和审核制造厂提交的报告和记录后, 应按 CCS 规定的格式, 编写有关船体和设备、机械、电气设备的各种检验报告、记录、资料和相关船舶证书。

3.3.5.3 船舶的有关图纸资料、说明书、操作手册、证书、报告、记录, 稳性资料和其他指导性文件应保留在船上。

3.3.5.4 一般以检验完成日期作为建造完成日期作出记录。船舶其他重要日期, 如建造合同签订日期、安放龙骨日期、下水日期和交船日期也应作出记录。

第 4 节 建造后检验

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 已在 CCS 入级的船舶, 为保持证书的有效性, 应按照本节的规定进行建造后的各种检验(如适用时)。

3.4.1.2 在检验中, 如发现影响证书的有效性的损坏或缺陷并认为必需立刻完成进行处理时, 验船师应将处理意见通知船东或其代理人, 如未得到贯彻, 验船师应立即将这些情况报告 CCS 总部。

3.4.1.3 船东有责任向 CCS 提出保持证书有效性的各种检验的申请, 并按规范要求作好检验的项目准备和为检验提供安全措施。

3.4.1.4 重新入级

(1) 原在 CCS 入级后被取消入级的船舶, 当船东申请重新入级时, CCS 将按初次入级的检验要求进行检验, 如检验表明船舶处于良好有效状态时, CCS 将重新授予入级。重新入级的日期将记载于船舶录。

3.4.1.5 恢复入级

(1) 原在 CCS 入级后被暂停船级的船舶, 当要求恢复船级时, CCS 将根据原船级具体情况进行检验, 如检验表明船舶处于良好有效状态时, CCS 将恢复其原授予的船级。恢复船级后, 下次有关检验的到期日期仍按原船舶相应的检验到期日。从船级暂停到船级恢复期间, 船舶不具有船级。

3.4.1.6 损坏和修理检验

(1) 涉及入级的船体、设备和轮机 (包括电气设备) 等部件遭到认为可能影响入级的损坏时, 应及时通知 CCS, CCS 将指派验船师在该船航程抵达的第一港口进行临时检验, 其检验范围应使验船师认为能查明损坏程度和原因所需的范围。

(2) 涉及入级的船体、设备和轮机 (包括电气设备) 作任何修理, 应在 CCS 验船师在场下根据适用的规范进行。如修理地点无 CCS 验船师时, 应及时与 CCS 联系。

3.4.1.7 改装或改建检验

(1) 涉及入级的船体、设备和轮机 (包括电气设备) 的结构尺寸或装置进行修理、改装或改建时, 其相关图纸应提交 CCS 批准。改装或改建及相关部分一般应符合 CCS 现行规范的规定或至少要达到原先适用规范的要求。

3.4.1.8 被授权法定检验

(1) 申请 CCS 的入级船舶, CCS 已获得对其法定检验的授权时, 本规范要求的各种入级检验与法定检验同时进行。

(2) 有关船舶稳性、消防, 以及其相关的可携式设备的检验要求, 应按船旗国主管机关的规定。

3.4.2 检验种类和周期

3.4.2.1 年度检验

(1) 所有高速船应经受年度检验。年度检验应于船舶完工投入使用或特别检验完成所签发证书到期日期 (按其适用情况) 的每周年日的前后 3 个月内进行。

3.4.2.2 中间检验

(1) 所有高速船应经受中间检验, 中间检验应于船舶完工投入使用或特别检验 (按其适用情况) 后第 2 次或第 3 次年度检验进行, 如中间检验与年度检验重合, 则该中间检验替代此次年度检验。

3.4.2.3 船底外部检查 (坞内检验, 以下同)

(1) 高速船的坞内检验每年进行一次, 检验应在坞内检验到期的前后 3 个月内进行, 下次检验日期从船舶出坞日期起算。如通过船舶上排进行船底外部检查, 则下次检验日期从完成检查日期起算。坞内检验也可结合年度检验进行。

(2) 高速船坞内检验的间隔期, 还应注意船旗国主管机关的规定。

(3) 根据船体水线以下部分的具体情况和特别检验的间隔期, 可缩短其坞内检验间隔期限。

3.4.2.4 特别检验

(1) 除另有明文规定外, 船体包括设备和轮机 (包括电气设备) 应经受特别检验。特别检验应于船舶完工投入使用或特别检验后不超过 5 年的时间间隔期内进行。

(2) 特别检验可在到期之日的前 1 个年度检验开始, 于到期之日前完成, 但个别项目的小缺陷可在证书到期日之后 3 个月内消除, 在这种情况下, 下次特别检验日期按原检验到期之日算起。

(3) 如果在特别检验到期之日船东未能安排进行, 可根据船东请求, 可给予不超过 3 个月的展期。但必需在到期之日前得到书面申请, 且船舶法定证书及船底外板检验允许这样展期。在这种情况下, 下次入级特别检验的日期应从展期前的特别检验到期之日算起。

3.4.2.5 螺旋桨轴、尾管轴和喷水推进装置的检验

(1) 除另有明文规定外, 所有船舶的螺旋桨轴、尾管轴和喷水推进装置的检验的间隔期和检验内容, 见本节 3.4.7 的规定。

3.4.2.6 循环检验

(1) 应船东要求并经 CCS 同意, 机械装置 (包括电气设备) 特别检验的所有检查和试验项目, 可采用循环检验的方式来进行。

(2) 采用循环检验时, 应将机械装置 (包括电气设备) 特别检验的所有项目, 应尽实际可能在特别检验的周期内 (5 年内) 均匀分配在每年度进行检查。

(3) 循环检验每一项目的最长检查间隔期不应超过 5 年, 所有检查项目应象特别检验的状态那样提交检查, 即在打开和清洁情况下提交检查。而对控制、报警和安全系统通常仅作动作试验或模拟试验。

(4) 根据船东要求, 同意轮机长按 CCS 授权的检查项目进行检查。检查后, 轮机长应将所检查的情况记载于检验报告上, 并应在船舶抵达有 CCS 验船师的第一个港口时, 申请作确认检验, 提交检验报告。

(5) CCS 或船东根据循环检验系统的实施情况, 可以终止循环检验系统, 而采用特别检验。

3.4.2.7 机械计划保养系统检验

(1) 按计划维护保养的机械和装置, CCS 可同意采用机械计划保养系统检验作为替代轮机和电气的特别检验和循环检验, 条件是:

- ① 制订船上所有机械、装置和设备的维护保养计划, 并经 CCS 认可;
- ② 船上实施计划人员应遵守认可的维护保养计划, 按计划进行维护保养并作出记录;
- ③ 维护保养计划记录应每年进行一次检查, 以确认处于有效状态。

(2) 当计划维护保养记录不能完全满足建造后的检验要求时, 则实施的机械计划保养系统检验将予取消, 其后采用特别检验或循环检验的方式进行。

(3) 机械计划保养系统检验详见《钢质海船入级规范》第 5 章附录 16 和《国内海船入级规范》第 5 章附录 10。

3.4.2.8 临时检验

(1) 临时检验系指不属于各种定期检验的任何检验。按检验船舶的不同部分，该检验可以定义为船体、机械、电气和自动控制与遥控系统等临时检验。

(2) 船舶发生下列情况时，船东或其代理人申请临时检验：

- ① 船名、船籍港、船旗和船东或经营人变更；
- ② 遭受影响入级的海损或机损事故；
- ③ 船舶预定的用途或航区的改变；
- ④ 涉及入级的任何修理或改装或更换时；
- ⑤ 检验的延期或建议。

(3) 临时检验根据情况可以是总体或部分的，应确保维修和任何换新业已有效地进行，且船舶及其设备继续适合于船舶所从事的营运业务。

(4) 完成临时检验，应在船舶入级证书中作相应的签注。

3.4.2.9 其他

(1) 搁置时间在 12 个月及以上未进行年度检验的船舶，在重新投入营运之前，除应进行年度检验外，尚应对机械装置进行 1 次航行试验。

(2) 船舶在搁置期内应进行年度检验。

(3) 搁置时间超过 12 个月且特别检验到期，在投入营运之前应进行 1 次特别检验。新的特别检验周期从检验完成的日期开始。

3.4.3 船体检验

3.4.3.1 年度检验。验船师应对下列适用船体和设备项目进行检查，并确信其处于有效技术状态：

(1) 设计水线以上主船体和上层建筑、甲板室、升降口、各种开口及舱口及其露天风雨密关闭设施，确认尾门关闭的有效性（适用时）；

(2) 主船体内部水密舱壁及其上水密门的水密完整性，水密门关闭指示器；

(3) 舷窗、方窗和风暴盖；

(4) 排水舷口和舷墙、栏杆及其他船员保护设施；

(5) 通风筒、空气管及其关闭设施；

- (6) 主船体受较大波浪冲击力部位，多体船的连接桥底部以及连接桥和片体过渡结构的完整性；
- (7) 全垫升气垫船浮箱的水密性；
- (8) 气垫船围裙的首尾封的完整性及其与船体的连接；
- (9) 气垫船垫升风机气道的完整性；
- (10) 铆接结构有无松动和漏水现象；

3.4.3.2 中间检验。验船师除应检验 3.4.3.1 所列年度检验项目外，还应对下列适用项目进行检查，并确信其处于有效技术状态。

(1) 对船龄不超过 5 年的船舶：

- ① 海水压载舱、柜及机舱内的海水吸入口等处作一般性检查；
- ② 锚泊和系泊设备和检查，利用锚机将锚作部分收放。

(2) 对船龄超过 5 年的船舶：

- ① 作上述 (1) 所规定的检验项目；
- ② 验船师认为必要时，对金属船体高速船可要求测量船体板厚。如有必要，应换板，并作换板记录。

3.4.3.3 特别检验。验船师除应检验 3.4.3.1 及 3.4.6 所列项目外，还应对下列适用项目进行检查。

(1) 第 1 次特别检验 (船龄不超过 5 年的船舶)：

- ① 机舱、货舱、客舱和其他处所，包括上层建筑、甲板室等均应予清除和清洁，并进行仔细检查，特别应注意易于腐蚀，碰撞磨损等而受损的部位；
- ② 对于不连续结构处、强力甲板及上层建筑侧壁上的开口处，尤其是双体船片体与连接桥相连区域的高应力区和以及穿浪船片体前端虎口处的应力集中的部位，应特别注意；
- ③ 装载淡水、海水、燃油和滑油的液体舱 (柜)，应以其使用中能受到的最大压头进行水压试验；
- ④ 检查锚、锚链或锚索，如为锚链，应拉出检验；
- ⑤ 检查系索；
- ⑥ 检查乘客座椅与甲板的连接，对玻璃钢船体尤应注意检查。

(2) 第 2 次及以后的特别检验 (船龄超过 5 年的船舶)：

- ① 以上 (1) 所列项目；
- ② 锚链舱和所有隔离舱应进行内部检查；

- ③ 锚、锚链或锚索应予检查，如锚链环直径比原直径减小 12%或以上时应予更换，锚索如有必要应予更换；
- ④ 对于钢质高速船，应进行下列部位的测厚：可疑区域及船中 0.5L 范围内至少 1 个剖面（第 2 次特别检验）/2 个剖面（第 2 次以后的特别检验）；对铝合金高速船，如验船师认为必要时，应进行测厚，视测厚结果，如有必要应换板，并作换板记录；
- ⑤ 应对高速客船空船重量予以审查，与认可的稳性资料相比较，当空船排水量与以前的记录偏差超过 2%，或空船重心纵向位置偏差超过 1%船长时，该船应重做倾斜试验。

3.4.4 机械检验

3.4.4.1 年度检验

(1) 年度检验间隔期见本节 3.4.2.1 的规定。

(2) 每次年度检验，验船师应确信下列项目处于有效技术状态：

- ① 对推进机械、轴系、垫升装置、减摇装置、重要用途辅机进行总体检查，验船师认为必要时，对某些项目可要求打开检查；
- ② 对机械处所进行总体检查，并确认处所内不存在失火和爆炸危险；
- ③ 机械处所的脱险通道应畅通无阻；
- ④ 方向控制系统和减摇系统应在工作状态下进行检验；
- ⑤ 对驾驶室与机械控制站间、与舵机室间、与消防控制站间的通信设施进行试验；
- ⑥ 按实际可能检查舱底水系统和污水阱，包括舱底泵的动作，如设有水位报警时，也要进行动作试验；
- ⑦ 对热油加热器、受压容器，包括它们的安全装置，进行外部检验；
- ⑧ 对油舱柜速闭阀进行动作试验；
- ⑨ 对固定灭火系统作总体检查（包括 CO₂、干粉等），内容如下：
 - a. 管路系统、控制系统、标志和操作说明检查；
 - b. 站室通风、照明、通信、仪表等检查；
 - c. 灭火剂容器、阀件等外部检查；
 - d. 灭火剂存量测定和管路畅通性试验，每 2 年进行一次。

3.4.4.2 中间检验

- (1) 中间检验间隔期见本节 3.4.2.2 的规定。
- (2) 每次中间检验，本节 3.4.4.1 规定的年度检验的要求应予进行。

3.4.4.3 特别检验

- (1) 特别检验间隔期见本节 3.4.2.4 的规定。
- (2) 本节 3.4.2.1 规定的年度检验的要求应予进行。
- (3) 每次特别检验还应完成下列工作：

① 柴油机：

- a. 气缸、气缸盖、阀及其传动装置、活塞、连杆、曲轴及所有轴承、曲拐箱、机座、机架、曲拐箱门的紧固件、防爆设施、增压器及其冷却器、燃油泵和附件、凸轮轴及其传动装置以及平衡块、振动阻尼器或振动器、弹性联轴器、离合器、倒车机构、机带泵和冷却器等，应打开检查；
- b. 拆卸起动空气系统的部分管路作内部检查。

② 燃气轮机：

- a. 燃气轮机的下列部件应打开检查：
叶轮或叶片、转子和空气压缩机机壳、燃烧室、燃烧器、中间冷却器、热交换器、起动和换向装置。

③ 中间轴、推力轴及其所有轴承：

如轴系对中和轴承磨损情况正常，则轴承的下瓦可不必拆出检查。

④ 减速齿轮箱，应打开检查，包括大齿轮、小齿轮、轮齿、轴、轴承、推力轴承和离合器。

⑤ 辅助机械：包括空气压缩机及其中间冷却器和安全装置；所有重要用途的泵，均应拆开检查。

⑥ 所有重要用途的空气瓶和其他压力容器连同其附件、阀和安全设施，应在清洁后进行内、外部检查，并校验安全阀。如空气瓶不可能进行内部检查时，应以液压试验代替，试验压力应为 1.3 倍工作压力。

⑦ 检查方向控制系统和减摇系统，包括附属设备和控制系统，确认其处于良好工作状态。

⑧ 检查锚机及其驱动设备并做操作试验。

⑨ 舱底水系统应在工作状态下进行检查和检验。如验船师认为必要时，阀、阀箱或旋塞、过滤器和泥箱应打开检查。

- ⑩ 压载水系统应在工作状态下进行检查和试验。如验船师认为必要时，阀、阀箱或旋塞应打开检查。应注意兼作装载货物又作压载水舱的深舱上的盲断装置。
- ⑪ 燃油、滑油、冷却水系统，连同所有重要用途的压力滤器，加热器和冷却器，应拆开进行检查或试验。
- ⑫ 推进机械应在工作状态下进行试验。对重要机械的控制系统应进行试验，证明其处于良好工作状态。
- ⑬ 不与船体结构组成一体的燃油舱柜，进行内外部检查。在第 1 次特别检验中，如外部检验满意，则可免去内部检验。

3.4.4.4 其他替代检验方法

(1) 如船舶实行 3.4.2.7 规定的且经 CCS 批准的机械计划保养系统检验，则所述机械的检验项目可被机械计划保养系统替代。

3.4.5 电气设备的检验

3.4.5.1 年度检验

(1) 年度检验的间隔期见本节 3.4.2.1 的规定。

(2) 每次年度检验验船师应确认下列项目处于有效状态：

- ① 对驾驶室与机械控制站间所有通信设施进行试验，如驾驶室与替代操舵站间设有通信设施，也要进行试验；
- ② 对电动机械、配电板、开关装置和其他电气设备进行总体检查。如实际可行，进行运行状态下的检查；
- ③ 普遍检查是否采取了防止触电、电气火灾及其他由电气引起的灾害的预防措施；
- ④ 对所有应急电源（包括临时应急电源）进行效用试验，并检查应急照明或临时应急照明的完整性。自动控制的应急电源应用自动方式进行试验；
- ⑤ 主、辅操舵装置进行运转试验，并检查操舵装置失电、交流断相等故障报警装置的可靠性；
- ⑥ 航行灯指示器应在工作状态下进行试验，并证明在供电故障和航行灯故障时能正确的指示和报警；
- ⑦ 对探火（或）烟气探测系统进行试验；
- ⑧ 对通用报警系统进行效用试验；
- ⑨ 按实际可行检查通风机、油泵等电机的遥控切断装置及机器处所供油管路的遥控关闭装置；

- ⑩ 对油漆间、蓄电池室等危险处所内的电气设备进行检查，确认这些设备适用于其安装的处所，处于良好状态且得到了恰当的维护；
- ⑪ 对遥控、报警监控和安全系统进行总体检查；
- ⑫ 敷设的电缆应尽实际可行进行检查，电气装置或护罩应无不适当的破损。测量电缆、主要电气设备（如开关、发电机、加热器、照明灯具等）的绝缘电阻，测量绝缘电阻可分段进行。

3.4.5.2 中间检验

- (1) 中间检验的间隔期见本节 3.4.2.2 的规定。
- (2) 本节 3.4.5.1(2) 的有关要求应予遵守。

3.4.5.3 特别检验

- (1) 特别检验的间隔期见本节 3.4.2.4 的规定。
- (2) 本节 3.4.5.1(2) 的有关要求应予遵守。
- (3) 每次特别检验还应完成下列项目：
 - ① 主配电板、应急配电板、分配电板和分路熔断器板上的附件应检查，过电流保护和熔断器应作检查和校核，以证明能分别对各自电路提供适当保护；
 - ② 发电机的各种保护应尽实际可行进行试验，证明保护装置的动作满意；
 - ③ 主发电机在工作负荷状态下作单机和并联运行试验，检查原动机调速器和负荷分配的功能；
 - ④ 对重要用途的电动机及其控制器应作检查，如认为必要时，应尽实际可行在工作状态下进行运行试验；
 - ⑤ 对电磁离合器（如设有时）应检查空隙并作好记录，出现过度偏心时应予校正。对离合器和控制器应进行检查和试验。

3.4.6 坞内（或）上排检验

3.4.6.1 检验时船壳应清洁，并提供能检查的必要条件。坞内检验时应检查下列项目：

- (1) 船壳板，尤其应仔细检查船尾螺旋桨上方和舵附近的船壳板腐蚀情况，对蚀耗严重部位应进行测厚，必要时换板，并作换板记录；
- (2) 螺旋桨和舵叶腐蚀情况，尤指空泡剥蚀情况；
- (3) 双体船和水面效应船的两个片体（或侧壁）连接桥顶的内舷侧壳板；
- (4) 海水阀箱、海底阀、排水孔及其在船壳上的连接件（包括紧固件）以及海水进口处的格栅；

(5) 检查舵装置，测量舵轴承间隙，紧固舵杆的舵叶的螺母、销子、螺栓等均固定可靠无松动；舵杆与舵叶的水平发兰如为焊接连接，以及单板舵和舵杆的焊接连接部，应用有效的探伤方法进行检查；

(6) 螺旋桨、喷水推进器和其他辅助推进器都应检查，测量螺旋桨轴承间隙和检查螺旋桨轴封装置的有效性，检查喷水推进器的翻斗，进水口格栅；

(7) 检查船壳防腐系统、涂料，包括牺牲阳极 - 锌块的固定和腐蚀情况；

(8) 检查接地情况；

(9) 对于气垫船，全面检查围裙和首尾封损坏情况以及与船体的连接；

(10) 对于水翼船，检查水翼，支柱及其与船体连接；

(11) 对于玻璃钢船体高速船，应仔细检查其玻璃钢壳板有无擦损破裂以致造成渗水、漏水的情况，检查首部受波浪拍击区域的壳板有无损坏；

(12) 检查减摇鳍（如设有时）；

(13) 检查尾轴架根部与船体连接处的船壳板有无损坏或裂缝。

3.4.7 螺旋桨轴、尾管轴以及喷水推进装置的检验

3.4.7.1 检验间隔期

(1) 用键安装螺旋桨的轴和轴上装有连续铜套或装有认可的油封装置或轴用认可的耐腐蚀材料制造，如键槽符合现行规范规定时，轴的检验间隔期为 5 年。

(2) 用无键安装螺旋桨的轴，如装有认可的油封装置或轴用认可的耐腐蚀材料制造，轴的检验间隔期为 5 年。

(3) 在轴的后端为整体连接法兰的轴，装有认可的油封装置或轴用认可的耐腐蚀材料制造，轴的检验间隔期为 5 年。

(4) 不属于上述 (1) 至 (3) 规定的其他螺旋桨轴，其检验间隔期为 5 年 2 次，最长不超过 3 年。

(5) 侧向推进器和轴的检验间隔期应不超过 5 年。

(6) 采用认可型式的喷水推进装置作为主推进装置使用时，其检验间隔期应不超过 5 年。

3.4.7.2 检验范围

(1) 螺旋桨轴抽出应仔细检查下列项目：

① 轴、衬套（特别是对接头和端部）、键槽、锥体和法兰圆角；

- ② 螺旋桨轴的柱体后端和锥体大端 1/3 长度，键槽周围应作表面裂纹检测；
- ③ 轴的后端用整体法兰连接的法兰圆角处应作无损检测；
- ④ 尾轴管和油封装置检查；
- ⑤ 轴拉出前和安装后应测量轴承间隙和磨损，并作记录；
- ⑥ 螺旋桨和轴锥体的配合情况检查。

(2) 侧向推进器应尽实际可行作总体检查，并在船舶处于浮态时在工作状态下进行试验。

(3) 喷水推进装置应拆开，检查叶轮、轴、轴封承、进出水通道、导向喷嘴、反向装置和控制机构，并测量叶轮与导管间隙。

(4) 水润滑轴承应进行检查。

(5) 油润滑轴承的油箱油位低位报警装置和温度测量装置（如设有时）应进行检查。

第 5 节 现有船舶初次入级检验

3.5.1 一般规定

3.5.1.1 就本章而言，现有船舶包括如下已投入营运的船舶：

- (1) 入级前由 IACS 成员检验的船舶；
- (2) 入级前由非 IACS 成员或 CCS 接受检验机构检验的船舶；
- (3) 入级前由 CCS 检验的非入级船舶。

3.5.2 IACS 成员检验的船舶的初次检验

3.5.2.1 图纸资料

(1) 申请船舶初次检验时，船东应至少提交下列图纸资料至少 1 份送交 CCS 核查：

- ① 船体部分：
 - a. 总布置图；
 - b. 主要横剖面结构图；
 - c. 基本结构图；
 - d. 典型结构节点图；
 - e. 结构强度计算书（包括总强度和局部强度）；
 - f. 船体结构直接计算书（如有时）；
 - g. 上层建筑和甲板室结构图；
 - h. 主舱壁结构图；
 - i. 车辆跳板或尾门结构图（如有时）；

- j. 全船门、窗、盖的结构、材料和布置图 (包括露天外门和盖的围槛、围板、窗玻璃的厚度计算、粘接计算等)；
 - k. 外板展开图；
 - l. 舵结构及外形图 (包括舵叶、舵杆、舵承及连接等结构) 及其强度计算书；
 - m. 锚泊及系泊设备布置图。
- ② 机械部分 (包括电气设备)：
- a. 机舱布置图；
 - b. 舱底水管系图；
 - c. 燃油管系图；
 - d. 轴系各轴零件图；
 - e. 推进轴系扭转振动计算书 (船龄小于 2 年)；
 - f. 空气螺旋桨叶片紧固预紧力计算书；
 - g. 螺旋桨液压装配图及计算书；
 - h. 舵传动装置总图；
 - i. 舵装置 / 喷水推进装置操纵系统图；
 - j. 减摇装置功能原理说明书和船上布置图；
 - k. 电力系统图；
 - l. 全船报警系统图和布置图；
 - m. 应急照明系统图和布置图。
- ③ 具有周期性无人值班机舱尚应附加提交下列图纸：
- a. 测量仪表和报警明细表；
 - b. 火警信号装置；
 - c. 自动安全功能试验图；

(2) 船旗国主管机关所要求的任何其他图纸资料；

(3) 如无法按上述规定提供图纸资料，CCS 可接受用其他有关的技术资料作等效替代。

3.5.2.2 检验范围

(1) 船体检验：

- ① 应进行年度检验；
- ② 原船级最后一次坞内检验报告所示的实际情况，CCS 可以接受。

(2) 机械检验 (包括电气设备)：

- ① 测量绝缘电阻，对发电机断路器、优先脱钩继电器和发电机组原动机的调速器进行试验。并对发电机并联运行和负荷分配进行确认；
- ② 航行灯和指示器检查以及电源切换试验；
- ③ 舱底泵、滑油泵、强力风机等的遥控切断应在工作状况下进行检验和试验；

④ 船舶在海上航行所必需的主机、辅机，以及重要的控制设备和操舵装置 / 喷水推进装置应在工作情况下进行试验和检验。操舵装置 / 喷水推进装置应交替进行试验。如果船舶搁置时间较长，应要求进行海上试验；

⑤ 初次起动设备确认。

(3) 原船级社提出的任何入级条件或遗留项目和过期检验项目，均应予以消除，除非本规范不要求。

(4) 完成上述 (1) 和 (2) 的检验后，船舶检验周期可衔接原船级社的检验周期。

3.5.3 非 IACS 成员检验船舶的初次检验

3.5.3.1 图纸资料：图纸资料应按 3.5.2.1(1) 所述的图纸资料至少 1 份送交 CCS 核查。

3.5.3.2 检验范围：检验应按本规范对相同种类和船龄船舶的要求进行特别检验、坞内检验、螺旋桨轴和尾管轴检验。

3.5.4 CCS 检验的非入级船舶的初次检验

3.5.4.1 按申请的入级符号和附加标志的船舶进行检查确认，符合后，可签发入级证书。

3.5.4.2 如拟增加附加标志或航区改变，则船东应提交相应的图纸资料供批准，并经检查确认后，可签发入级证书。

3.5.4.3 如存在影响入级的遗留问题，则应进行一次临时检验，确认影响入级的遗留问题消除后，可签发入级证书。

第 6 节 搁置船舶的检验

3.6.1 一般规定

3.6.1.1 当正常运行的船舶，停止经营活动，在一段时期内不再营运，即将船舶搁置，假如船东将该事实通知 CCS，则正常的检验要求可以不再适用。船东应将搁置维护方案提交 CCS 认可。

3.6.1.2 搁置维护方案应包括：

- (1) 在整个搁置期间应保持各项安全条件；
- (2) 在整个搁置期间维持保持保养的措施；
- (3) 在搁置和重新营运时，关于船级保持、搁置的检验要求应予以满足。

3.6.2 安全条件

3.6.2.1 船舶应保持足够的 24h 或随时可用的电力供给，可以由船上独立设备供电，也可以采用岸电供给。

3.6.2.2 船舶应配备守护人员。守护人员的数量取决于船舶的尺度、搁置的位置和系泊设备、当发生火灾、泄漏、进水等紧急情况时岸基的救援能力、必须的维护保养的工作量。船舶应配备必要的岸岸通讯设备。

3.6.2.3 船舶防火和灭火应满足如下各项要求：

- (1) 自动报警系统 (如要求时)，配备时应处于工作状态并投入使用；
- (2) 灭火设备应定期试验，并随时可用；
- (3) 消防总管应随时可用，并定期进行压力试验；
- (4) 通风筒、进气口和水密门都应保持关闭。

3.6.2.4 防爆安全应满足如下各项要求：

- (1) 管系应进行清洁和通风以避免产生气体形成任何气锁现象。
- (2) 船舶的污水井、内底、双层底舱、机舱和类似舱室中的所有易燃物料、油泥渣等等清除。搁置期间不得进行热工作业，除非采取了专门的预防措施。

3.6.2.5 安全装备应满足如下各项要求：

- (1) 应提供守护人员，日常所必须的所有装备，并保持其工作状态且定期进行试验；
- (2) 常用的救生设备，包括救生筏、救生衣和遇险信号应予以提供并便于使用。
- (3) 船舶应执行船旗国主管机关和搁置位置所在港口当局的规定。

3.6.2.6 应急电源、应急发电机和 / 或应急空气压缩机均应保持在工作状态并每周进行试验。

3.6.3 搁置保养的措施和维护

3.6.3.1 船上应备有搁置期间船舶日志，搁置期间进行的保养工作和试验以及相应的日期均应记入。保养、检查和试验的性质和频次也应在搁置期间船舶日志中明确。

3.6.3.2 船东应根据船舶的类型、船体设备、轮机装置和搁置状态的具体情况采取适当的维护和保养措施。

3.6.4 检验

3.6.4.1 搁置检验

- (1) 船舶搁置阶段开始时，船东应申请搁置检验。

(2) 检验范围是核查安全条件、保养措施以及搁置位置和系泊布置是否符合 CCS 认可的方案。

(3) 搁置检验完成并认为满意后，对入级证书予以签署并注明船舶处于搁置状态。

3.6.4.2 搁置状态的年度检验

(1) 船舶处于搁置状态，可申请搁置年度检验代替正常的年度船级检验，以确定是否继续满足搁置保养执行方案。

(2) 检验范围应包括核查搁置布置是否变更，以及船舶保养工作和试验是否按船舶保养要求进行并记录在搁置船舶日志。

(3) 检验完成并满意后，在入级证书上签署确认。

3.6.5 重新营运的检验

3.6.5.1 船舶重新投入营运前，船东应申请临时检验，并进行必要的安排以除去因保养措施需要所配备的临时搁置装置，以及防护物料和涂层（油、油脂、防锈剂、干燥剂）。

3.6.5.2 检验范围：

(1) 一般要求

① 船体、甲板属具、安全设备、轮机装置和操舵装置的一般检查；

② 在重新营运时，船舶所需要进行的所有定期检验，或在搁置期已过期的所有定期检验。

(2) 船体检验项目

① 检查水线以上的外板、甲板板、舱盖；

② 压载舱、舱底和压载系统的功能试验。

(3) 轮机装置检验项目

① 主机、辅机、减速装置、主推力轴承和尾管的润滑油分析；

② 柴油机的曲轴箱。曲轴、活塞杆和连杆的一般状况；

③ 柴油机的曲轴臂距差。当发动机已搁置超过 2 年，则应拆卸一只活塞和拉出一只缸套予以检查，如果认为有必要可以扩大拆卸范围；

④ 查看涡轮机叶片状况；

⑤ 检查冷凝器、热交换器水腔以及膨胀装置的状况；

⑥ 检查减速装置的状况；

⑦ 安全阀拆检；

⑧ 舱底水液位报警试验 (如设置) ；

⑨ 在工作压力下检查消防总管 ；

(4) 主和应急电力装置应进行试验。主发电机和主配电板安全装置的并联卸载应进行校核。

(5) 其他主管机关要求的检验项目。

3.6.5.3 完成上述检验后，在 CCS 验船师监督下进行海上航行试验，试验包括：

(1) 确认甲板装置、主推进系统和主要辅助机械的性能是否良好，包括对安全装置的试验；

(2) 抛锚试验；

(3) 完整的舵机试验；

(4) 全速正车和全速倒车试验；

(5) 自动化机械系统试验，如适用。

3.6.5.4 检验完成并满意后，签署确认已进行的所有有关检验，并在入级证书上注明重新营运的状况。

第4章 船体结构

第1节 一般规定

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 本章适用于以铝合金、钢和纤维增强塑料为船体材料的单体高速船、各类双体高速船（包括常规双体船、穿浪船、水面效应船）、水翼船和全垫升气垫船等。小水线面双体船和地效翼船除外

4.1.1.2 对于一些采用新颖结构型式的高速船，其结构尺寸应另行考虑，并应取得 CCS 同意。

4.1.1.3 如采用 4.1.1.1 所述之外的材料作为船体结构材料的高速船，其材料和船体结构设计须经 CCS 同意。

4.1.2 载荷

4.1.2.1 船体结构应能承受该船处于“临界设计条件”下作用在船体结构上的各种静力、动力和周期性激振力而不致损坏。

4.1.2.2 静力，如船上的人员、设备、车辆、行李和货物的重力、船体内液体静压力、船体外水浮力、气垫静压力、停放船体的支架支撑力、吊运船体的起吊力等。

4.1.2.3 动力，如船体在波浪上运动时产生的惯性力、波浪冲击力、气垫支撑力、水翼的水动升力、全垫升气垫船在陆上降落时地面的反冲力等。

4.1.2.4 周期性激振力，主要指主机和螺旋桨周期性运转所产生的力。

4.1.3 定义

4.1.3.1 主要骨材：系指纵桁、龙骨、强横梁、实肋板等船体结构中的主要构件。

4.1.3.2 次要骨材：系指纵骨、横梁（横骨）等船体结构中的次要构件。

4.1.3.3 设计载荷 $P(\text{kN/m}^2)$ ：系指船体局部强度计算中，构件单位面积上承受正压力的设计值。

4.1.3.4 骨材间距 $s(\text{m})$ ：对次要骨材取次要骨材间距，对主要骨材取其承载面积的平均宽度。

4.1.3.5 骨材跨距 $l(\text{m})$ ：对于次要骨材，当其端部不设置肘板时，跨距点取在端部。当其端部设置肘板时，跨距点可取在肘板长度之半处。主要骨材端部通常设有肘板，则其跨距点应按图 4.1.3.5a 所示，取在离该主要骨材端部 k_e 距离处。 k_e 按下式计算：

$$k_e = k_b \left(1 - \frac{d_w}{d_b} \right)$$

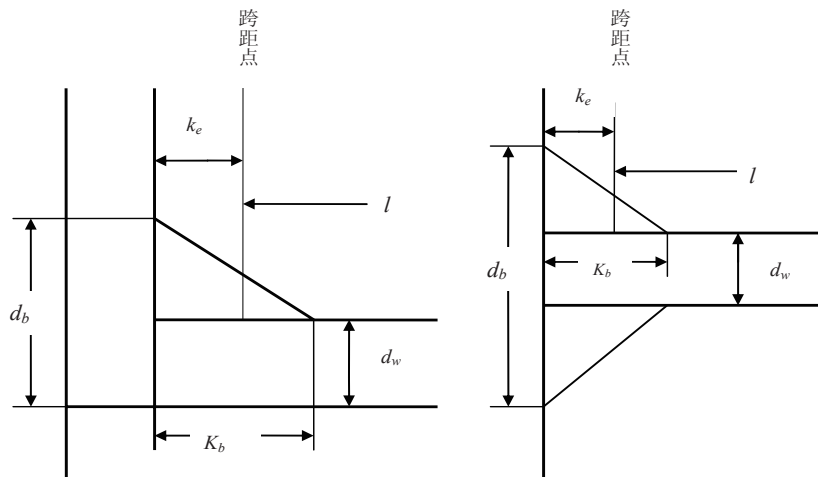


图 4.1.3.5a

如主要骨材有支柱支撑时，支柱支撑点可作为该主要骨材的跨距点。

4.1.3.6 压力计算点：对于受非均布载荷的垂向板，取板的下缘。对于次要骨材，一般取其跨距中点，如骨材上压力为非线性分布时，设计压力取跨距中点压力与骨材两端压力平均值中之大者，对于主要骨材，取其承载区域的中点。

第 2 节 结构设计原则

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 单体船和水翼船的船体结构通常采用纵骨架式。各类双体船的二个片体通常也采用纵骨架式，但连接二个片体的连接桥为横骨架式。

4.2.1.2 纵骨架式结构的纵骨间距和横骨架式结构的横骨（或横梁）间距一般应不大于 500 mm。

4.2.1.3 纵骨架式结构的纵向构件应保持连续。纵向次要骨材在舱壁处中断时，应设置连接肘板以保证结构的纵向连续性。位于舱壁两侧的纵向次要骨材和肘板均应对齐。

4.2.1.4 横骨架式结构的横向构件亦应尽可能保持连续。横向次要骨材在纵舱壁或纵向主要构件处中断时，同样应设置肘板，且骨材和肘板都应对齐。

4.2.1.5 船底实肋板、船侧强肋骨和甲板强横梁应在同一横剖面内有效连续。

4.2.1.6 主要骨材上如需开孔通过电缆、管路时，开孔角隅应为圆角，开孔高度超过桁材或强横梁腹板高度的三分之一时，开口必须补强。但上述构件的端部不应开孔。

4.2.1.7 设计部门可以按平板架或立体刚架有限元分析法或其他理论计算法确定构件的尺寸及布置，但板的厚度仍应满足最小厚度要求，且应提交必要的计算资料供 CCS 审查。

4.2.2 船底、片体间的连接桥，舷侧及甲板结构

4.2.2.1 船底桁材应符合下列要求：

- (1) 计入总纵强度的船底纵桁应保持连续并穿过水密横舱壁；
- (2) 桁材两端（即距舱壁 1.5 倍桁材高度范围内）不得开孔；
- (3) 主机底座下的桁材应自船底直升到机座面板，并应适当扶强和防倾；
- (4) 推力轴承处桁材应予以加强。

4.2.2.2 在机舱每个肋位上都应设置实肋板，在推力轴承处须另行加强。

4.2.2.3 机舱内的主机前、后端须设置强肋骨。

4.2.2.4 船底肋板的腹板高度应不小于纵骨穿过处开孔高度的 2.5 倍；舷侧肋骨及甲板强横梁的腹板高度应不小于纵骨穿过处开孔高度的 2.2 倍。

4.2.2.5 螺旋桨上方和舵柱附近区域的外板应适当加强。

4.2.2.6 乘客座椅应与甲板牢固连接，甲板应能承受高速船高速碰撞时乘客座椅连接装置作用在甲板上的冲击力。

4.2.2.7 穿浪双体船的二个片体间的连接桥跨度较大，连接桥与片体连接处及其片体的对称部位一般应采用大肘板过渡，以避免结构突变导致应力集中。该处板厚和构件尺寸应适当加强。构件尺寸可通过本章第 10 节直接计算法确定。

4.2.2.8 凡强力甲板上有较大开口（如机舱或客舱下陷的开口）时，如开口角隅的形状为抛物线形或椭圆形，应符合图 4.2.2.8(1) 的规定。如开口角隅形状为圆形，则角隅处要求加厚板，且角隅半径与开口宽度之比不小于 1/20。加厚板的尺寸应符合图 4.2.2.8(2) 的规定。加厚板的厚度应不小于该处强力甲板板厚的 1.5 倍。

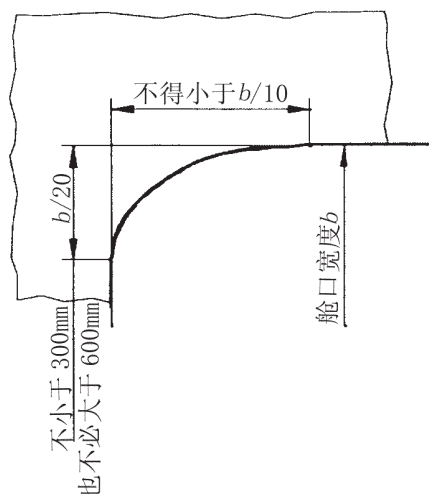


图 4.2.2.8(1)

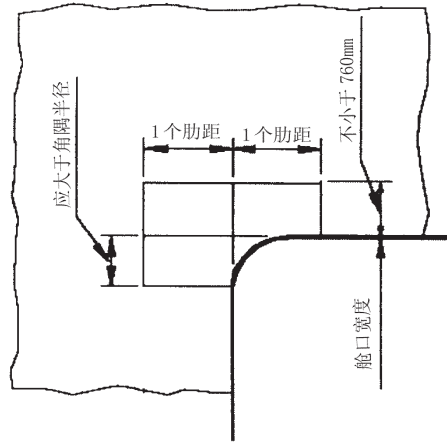


图 4.2.2.8(2)

4.2.3 上层建筑和甲板室

4.2.3.1 上层建筑和甲板室的前端壁由上甲板下的横舱壁支持，如无横舱壁则用强横梁或支柱代替。

参加总纵强度的上层建筑和甲板室，其侧壁下应设有纵桁。

4.2.3.2 上层建筑或甲板室内部应设置横隔壁或等效的主要构件以增强横向强度。

4.2.3.3 上层建筑端部处应注意与船体结构的平滑过渡。

4.2.3.4 距甲板室四个角隅的 0.5m 范围内，围壁下的纵桁和强横梁的腹板上不能有任何开孔。

4.2.3.5 计入总纵强度的上层建筑或甲板室侧壁上如开窗孔，其四角应为圆角，开孔上下方应设加强材。如开门孔，其四周应予以加强。

4.2.4 舱壁

4.2.4.1 本条涉及水密分舱的舱壁、液体舱的水密舱壁和制荡舱壁。

4.2.4.2 应设置下述水密舱壁：

- (1) 船首的水密防撞舱壁，该舱壁应位于沿满载水线自首柱向后量起 $0.05L \sim 0.05L + 3m$ 范围内；
- (2) 机舱前后端的水密舱壁；
- (3) 水密尾尖舱壁。

除以上要求外，如再需要可增设其他横舱壁以增加船的横向强度或分散局部应力。

4.2.4.3 油舱和淡水舱之间应设隔离空舱。

4.2.4.4 液体舱舱壁应符合下列要求：

液体舱如自船的一舷伸至另一舷，且其宽度超过 4m，则舱内应在中心位置上设一制荡舱壁。如舱宽超过 8m，则应在左、右舱的上半部加装半制荡舱壁。首尖舱宽度超过 4m，其中心线处也应设一制荡舱壁。

4.2.5 围裙

4.2.5.1 本条适用于全垫升气垫船的柔性围裙和水面效应船（侧壁式气垫船或双体气垫船）的柔性首、尾封。

4.2.5.2 围裙所用材料见 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

4.2.5.3 围裙设计时应充分考虑气垫船的稳性、操纵性、适航性、舒适性。

4.2.5.4 围裙沿船边各段应考虑所受负荷各不相同，首、尾、中各分段的结构设计应考虑：

- (1) 首部围裙在遇到障碍物时，应能向内偏斜；
- (2) 尾部围裙在遇到障碍物时，应能向后偏斜，以保证顺利通过障碍物；
- (3) 中段围裙应保证有较大的偏斜自由度。

4.2.5.5 围裙结构应能防止兜水和泥沙。

4.2.5.6 围裙与船体的连接应坚固，工艺上应能防止围裙撕裂。

4.2.5.7 气垫船在应急迫降时，围裙结构应能保证完好。

4.2.5.8 围裙结构应便于检查和维修。

4.2.5.9 围裙上不允许有任何原始缺陷。

- (1) 裙囊开口应为圆形或椭圆形，不得在围裙上有锐角开口；
- (2) 围裙上任何开口和围裙的底边均应予以加强并光滑，不允许存在毛边；
- (3) 织物应十分均匀，在涂胶粘结时不能有气泡和杂质；
- (4) 围裙的裙段连接结构应使接缝处紧密，尽量减少该处的空气泄漏。

4.2.5.10 围裙与裙囊的连接结构应简便实用，便于维修。

4.2.5.11 围裙上应尽量减少金属连接件的使用数量。

4.2.5.12 围裙和船体的连接方式应可靠、有效。所有安装中使用的连接件如压条、螺栓等均应有足够强度，并耐腐蚀。

4.2.5.13 围裙分段的组合应保证在个别裙段破损时不影响安全营运。

4.2.5.14 围裙上应有装配空位记号，以明显的颜色标记在围裙上。

4.2.5.15 在进行围裙的强度设计时，要充分考虑动态的最危险的状态，并有足够的安全系数。

4.2.5.16 围裙的设计应考虑其振动状态，防止低频振动向气垫船船身传递，导致结构损坏；还应防止使围裙材料易于分层剥离的高频振动。

4.2.6 水翼

4.2.6.1 应对水翼船的水翼装置(包括前、后水翼和水翼的支柱)进行强度计算，校核是否能满足强度和稳定性要求。

4.2.6.2 作用在水翼上的水动升力与波高和船速有关，应取翼航时的最大航速和允许波高作为计算航速和波高。

第 3 节 水密完整性与门、窗、盖的要求

4.3.1 外部风雨密完整性

4.3.1.1 干舷甲板以上船体外部开口(不包括机舱进气口)均应设置风雨密关闭装置。对于航行遮蔽营运限制和平静水域营运限制的船舶第一层上层建筑以上的上层建筑或甲板室的侧壁和后壁上外门的密性可另行考虑。

4.3.2 内部水密及风雨密完整性

4.3.2.1 干舷甲板以下的所有水密舱壁上的开口(包括门、管子和电缆通道)均应保证水密。

4.3.2.2 防撞舱壁位于干舷甲板以下部分不准设门。

4.3.2.3 除防撞舱壁外，水密舱壁位于干舷甲板以下部位允许设置水密门。在该舱壁的两侧每扇水密门上应装有指示牌或报警装置，以确保该门在航行时保持关闭。在满足船舶设计和正常运行情况下，水密舱壁上的开口数量应尽可能少。

4.3.2.4 防撞舱壁位于干舷甲板以上部分的开口应有风雨密设施。

4.3.3 露天门、窗、盖等开口的其它要求

4.3.3.1 所有要求风雨密的外门和要求水密的内门，其强度均应与其邻近的结构相当。外门开启方向应为外开式，便于逃生。有关门槛高度及舱口围板高度应符合主管机关的要求。

4.3.3.2 窗

(1) 所有上层建筑和甲板室的外窗的结构和固定形式应保证风雨密。外窗玻璃应采用符合 CCS 接受的相关标准的钢化玻璃，聚碳酸酯玻璃或夹层玻璃，并向 CCS 提交玻璃材料的力学性能指标。

(2) 外窗玻璃的厚度 t 应不小于下式计算所得的值：

$$t = \frac{b}{31.6} \sqrt{\frac{cp}{[\sigma_B]}} \quad \text{mm}$$

式中： b ——窗玻璃的短边长度，mm；

p ——窗玻璃承受的载荷，kN/m²，可按 4.4.4.6 取值；

$[\sigma_B]$ ——玻璃的许用弯曲应力，MPa，

$[\sigma_B] = 50$ 对钢化玻璃

$[\sigma_B] = 26$ 对聚碳酸脂玻璃

c ——系数，查图 4.3.3.2(2)。

若是夹层玻璃，每层玻璃均应为钢化玻璃，玻璃层数至多不超过三层，且三层玻璃中任何二层的厚度差应不大于 2mm，层间塑料薄膜厚度不超过 0.76mm。夹层玻璃的厚度 t 应不小于下式计算值：

对于二层的夹层玻璃： $t = t_1 + t_2 = 1.2t_{eq}$

对于三层的夹层玻璃： $t = t_1 + t_2 + t_3 = 1.5t_{eq}$

上式中： t_1 、 t_2 、 t_3 分别为各层玻璃厚度，mm；

t_{eq} 系按单层钢化玻璃的厚度公式算得的相当厚度。

所取厚度 t 还应不小于下列最小值 t_{min} ：

$t_{min} = 5.0$ mm 对钢化玻璃

$t_{min} = 6.0$ mm 对聚碳酸脂玻璃

(3) 外窗玻璃与窗框的连接以及窗框与壁板的连接应牢固、可靠，足以承受船在其营运水域正常航行时可能遭遇的波浪冲击。外窗玻璃若为聚碳酸脂玻璃，则玻璃嵌入窗框内的深度应不小于 $0.03b$ 。 b 为窗玻璃的短边长度。

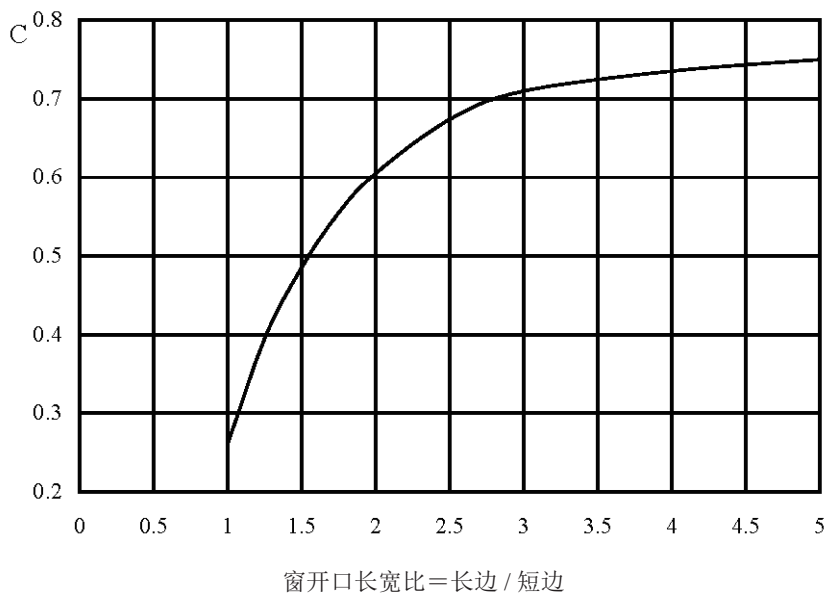


图 4.3.3.2(2)

(4) 外窗玻璃可以采用粘接方式直接与壁板连接，如有必要，应在窗玻璃的下缘处设置金属的水平构件支承玻璃重量。使用的粘接剂应具有抗紫外线，低温、高温和清洁用的化学剂的能力。粘接剂的长效粘结强度等性能指标以及施工要求、程序等文件应提交 CCS 认可。粘接剂的拉伸强度应不低于 2.5MPa。

① 玻璃的粘接宽度 d 应不小于按下式计算所得之值：

$$d = \frac{2.5P_w bl}{\sigma_t(b+l)} \quad \text{mm}$$

式中： $P_w = 0.0125(50 + 0.5V)^2$ kN/m²；

V ——最大静水航速，kn，但应不小于 30 kn；

b ——窗的短边长度，m；

l ——窗的长边长度，m；

σ_t ——粘结剂的最小拉伸强度，MPa。

最小粘接宽度 $d_{\min} = 20b$ mm，且应不小于 15mm。

② 粘接剂的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 5l \text{ mm 对于钢化安全玻璃}$$

$$t = 8l \text{ mm 对于聚碳酸脂玻璃}$$

最小粘接剂厚度 $t_{\min} = 6$ mm。

(5) 干舷甲板以下处所的舷窗应装置有铰链的可靠的内侧舷窗盖，其装置应能有效地关闭和保证水密。

(6) 除近海营运限制的船舶的第一层上层建筑前壁不得设置方窗外，其他营运限制船舶的干舷甲板以上处所的围壁可设置方窗，但应按表 4.3.3.2 配置可卸式风暴盖，该风暴盖应为金属材料或复合材料制成。风暴盖的强度应与其周围的船体结构相当，平时放在易取之处。

表 4.3.3.2

营运限制	风暴盖数量 / 方窗数量	
	第 1 层上层建筑前壁	第 1 层上层建筑侧壁 第 2 层上层建筑前壁
近海营运限制	不适用	每种型式方窗配一个
沿海营运限制	50%	
遮蔽营运限制	25%	
平静水域营运限制	-	

4.3.3.3 舱口盖：

- (1) 所有露天甲板上的舱口盖的结构强度应与其相邻结构的强度相当；
- (2) 舱口盖的关闭装置应保证风雨密；
- (3) 车辆甲板的舱口盖上如承受车辆载荷，则舱口盖上的设计压力应按车辆载荷取值校核强度。

4.3.4 排水舷口

4.3.4.1 当舷墙在露天甲板的某些区域形成可能积水的“阱”，应在舷墙上设有足够排水面积的排水舷口，排除阱内积水。

第 4 节 结构设计载荷

4.4.1 重心处的垂向加速度

4.4.1.1 高速船船体结构受到的外载荷与常规船不同主要在于：高速船在其营运航区可能出现的浪中高速航行时，船体将受到较大波浪冲击力的作用。该波浪冲击力值与高速船重心处的垂向加速度的大小密切相关。

4.4.1.2 取重心处垂向加速度的百分之一最大值的平均值 a_{cg} ，作为决定结构设计载荷的设计值，该值与有义波高 $H_{1/3}$ 和该波高对应的航速 V_H 三者的关系如下：

(1) 对于除全垫升气垫船外的各类高速船：

$$a_{cg} = \frac{K_T}{426} \left(\frac{V_H}{\sqrt{L}} \right)^{1.4} \left(\frac{H_{1/3}}{B_{WL}} + 0.07 \right) (50 - \beta) \left(\frac{L}{B_{WL}} - 2 \right) \frac{B_{WL}^3}{\Delta} g \quad \text{m/s}^2$$

式中： g ——重力加速度，取 $g = 9.81$ ， m/s^2 ；

V_H ——船在有义波高 $H_{1/3}$ 的波浪中航行的航速， kn ；

$H_{1/3}$ ——有义波高， m ；

β ——船体重心处横剖面的船底升角 ($^\circ$)，取 $\beta_{\max} = 30^\circ$ ； $\beta_{\min} = 10^\circ$ ；

β 的取值见图 4.4.1.2(1)。图中 (a)、(b)、(c) 为尖艏船，(d)、(e) 为圆艏船；

K_T ——船舶类型系数，根据船舶类型确定：

$K_T = 1$ 对于单体船、常规双体船、穿浪双体船

$K_T = 0.8$ 对于水面效应船

$K_T = 0.7$ 对于水翼船

(2) 对于全垫升气垫船（中冲或首尾冲时）：

$$a_{cg} = \left(0.044\sqrt{H_{1/3}} + 0.022 \right) \frac{V_H}{\sqrt[3]{\Delta}} g \quad \text{m/s}^2$$

式中的 g ， V_H ， $H_{1/3}$ 同本条 (1)。

4.4.1.3 设计部门应按营运限制的类别，假设一组船舶可能遭遇的有义波高 $(H_{1/3})_1 \sim (H_{1/3})_i$ ；其最大值 $H_{1/3\max}$ 应不大于下列规定值：

$H_{1/3\max} = 6.0\text{m}$ 近海营运限制

$H_{1/3\max} = 4.0\text{m}$ 沿海营运限制

$H_{1/3\max} = 2.0\text{m}$ 遮蔽营运限制

$H_{1/3\max} = 1.0\text{m}$ 平静水域营运限制

4.4.1.4 对应于 4.4.1.3 一组假设的有义波高，设计部门可参考同型船的经验数据或船模试验值或经 CCS 同意的其他方法，提出相应的一组航速 $(V_H)_1 \sim (V_H)_i$ 。

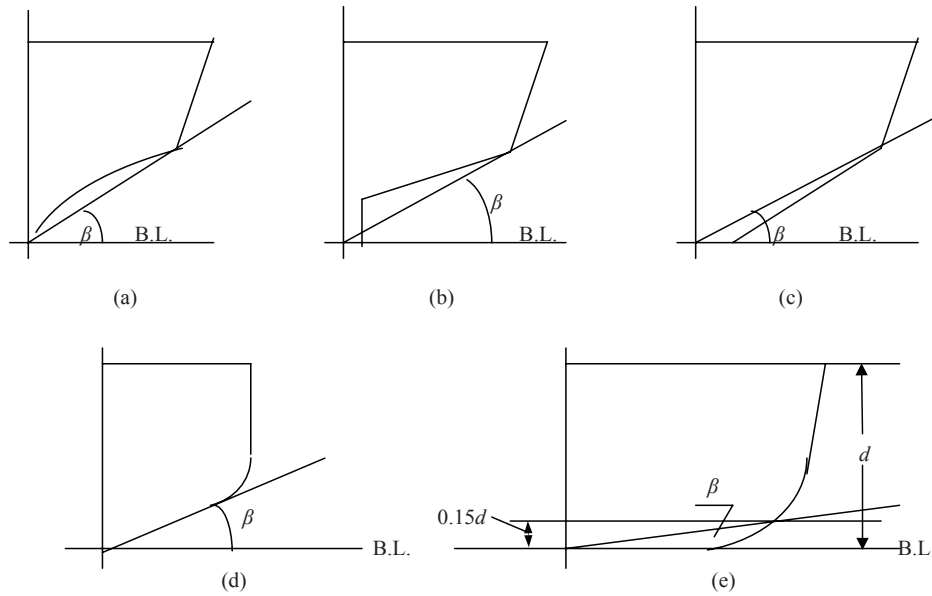


图 4.4.1.2 (1)

4.4.1.5 根据 4.4.1.3 和 4.4.1.4 的每一组 $(H_{1/3i}, V_{Hi})$, 按 4.4.1.2 公式算出相应的垂向加速度 a_{cgi} , 对此, 设计部门可调整, 取客船的 $a_{cgi} \leq 1.0g$, 取货船的 $a_{cgi} \leq 1.2g$, 但须相应调整 V_{Hi} 值, 直至按 4.4.1.2 公式算得的 a_{cgi} 不大于所取之值。

4.4.1.6 按 4.4.1.5 确定的一组 a_{cgi} , 取其中的最大值作为重心处垂向加速度的设计值。

4.4.1.7 由设计部门或船东最终确定船舶重心处垂向加速度的设计值, 并按 4.4.1.2 公式算出该设计值对应的一组 $H_{1/3} \sim V_H$ 值, 应绘成“船舶在波浪中航行时的限速曲线图”送 CCS 审查, 并将此图制成标牌永久性展示在驾驶室内。操船时, 必须根据当时目测的有义波高, 限制航速。

4.4.2 船底波浪冲击压力

4.4.2.1 本条适用于满载状态高速航行时, 仍有部分船体浸在水中的高速船, 如单体船、双体船、穿浪双体船和水面效应船, 其船底所受的波浪冲击力。该处的“船底”系指船体颌线, 舳弯曲部或防溅条以下的部位。

4.4.2.2 船底波浪冲击压力 P_{s11} 按船模试验或实船测试所得数据确定, 如无试验或实测资料, 则由下式确定:

$$P_{s11} = 1.16K_{11} \left(\frac{\Delta}{nA} \right)^{0.3} \frac{50 - \beta_x}{50 - \beta} a_{cg} d_w \quad \text{kN/m}^2$$

式中: K_{11} ——纵向压力分布系数。舳前取 $K_{11} = 1$, 尾端取 $K_{11} = 0.5$, 尾端与船中之间用线性内插法取值;

A ——冲击压力计算面积, m^2 ;

对板格, A 通常取不大于 $2.5S^2$;

对加强筋或桁材 $A = \text{承载宽度} \times \text{跨距}$;

但对于格板和骨材, A 无论如何都不得小于 $0.002 \Delta / d$;

n ——片体数, 对单体船取 $n = 1$; 对各类双体船 (包括水面效应船) 取 $n = 2$;

β ——船体重心处横剖面的船底升角 ($^\circ$), 见 4.4.1.2(1);

β_x ——核算横剖面处的船底升角 ($^\circ$), 取 $\beta_{x \max} = 30^\circ$, $\beta_{x \min} = 10^\circ$;

d_w ——波浪中航行时冲击吃水, $d_w = cd$, m ,

a_{cg} ——重心处垂向加速度, m/s^2 , 由 4.4.1.2(1) 确定。

其中: d 为满载静浮状态吃水。对于单体、常规双体船、穿浪双体船取 $c = 1.0$, 对于水面效应船取 $c = 0.75$ 。

4.4.2.3 船底波浪冲击压力 P_{s1} 应不小于按本节 4.4.4.1 取值。

4.4.3 连接桥底的波浪冲击压力

4.4.3.1 “连接桥底”系指各类双体船的两个片体在水面以上的连接桥结构的下表面。对于全垫升气垫船和水翼船系指已脱离水面的船底。以上几类船在波浪中高速航行时, 这部分结构将受到波浪冲击力的作用。

4.4.3.2 4.4.3.1 所述的冲击压力 P_{s12} 可按船模试验或实船测试所得数据确定, 如无试验资料, 则由下式确定:

$$P_{s12} = K_{12} \left(\frac{\Delta}{A} \right)^{0.3} a_{cg} \left(1 - \frac{H_{tx}}{CL} \right) \quad \text{kN/m}^2$$

取 P_{s12} 不小于按 4.4.4.1 算得的舷侧计算压力。

式中: K_{12} ——纵向压力分布系数, 应按以下规定计取:

船尾至船中区域: $K_{12} = 1.3$

船首至船首之后 $L/3$ 区域:

穿浪双体船、常规双体船, 取 $K_{12} = 2.6$

水面效应船、全垫升气垫船, 取 $K_{12} = 2.1$

水翼船, 取 $K_{12} = 1.3$

船中至舳前 $L/6$ 区域: K_{12} 按线性内插法取值;

A ——冲击压力计算面积, m^2 , 同 4.4.2.2;

C ——系数, 按下式计算:

$$C = 0.066 - 0.000175L$$

H_{tx} ——连接桥底的压力计算点在该处设计水线以上的距离, m , 取 $H_{tx \max} = CL$ 。

a_{cg} ——重心处垂向加速度, m/s^2 , 见 4.4.1.2(1) 和 4.4.1.2(2)。

4.4.4 舷侧、甲板、上层建筑和舱壁的载荷

4.4.4.1 舷侧计算压力 P_i 由下式确定:

$$P_i = 9.81h + 0.15P_{sl} \quad \text{kN/m}^2$$

式中: h ——压力计算点到上甲板的垂直距离, m , 应不小于 0.8m , 也不必大于舷侧范围高度的 0.8 倍;

P_{sl} ——该处底部的波浪冲击压力, kN/m^2 , 除全垫升气垫船和水翼船取 $P_{sl} = P_{s12}$ (见 4.4.3.2) 外, 其他高速船均取 $P_{sl} = P_{s1}$ (见 4.4.2.2)。

4.4.4.2 露天甲板计算压力由下式确定：

$$P_{d1} = K_{\beta}(0.2L + C) \quad \text{kN/m}^2$$

式中： K_{β} ——纵向压力分布系数。舢前取 $K_{\beta} = 1.0$ ，尾端取 $K_{\beta} = 0.75$ ，尾端与船中之间用线性内插法取值。

C ——营运限制系数：

$C = 7.6$ 近海和沿海营运限制，

$C = 4.6$ 遮蔽和平静水域营运限制。

4.4.4.3 非露天甲板（包括上层建筑和甲板室甲板）计算压力 P_{d2} 由下式确定：

$$P_{d2} = 0.1L + 4.6 \quad \text{kN/m}^2$$

4.4.4.4 旅客舱室甲板的计算压力取 $P_d = 4.5 \text{ kN/m}^2$ 。

4.4.4.5 如甲板上装载重物，则除重物本身重量外，还应考虑船舶的垂向加速度 a_v 对甲板受压的影响。重物的垂向加速度可取 $0.5a_v$ 。船舶的垂向加速度 a_v 按下式确定：

$$a_v = K_a a_{cg} \quad \text{m/s}^2$$

式中： K_a ——垂向加速度分布系数，舢后取 $K_a = 1.0$ ，船首取 $K_a = 2.0$ ，船首与船中之间用线性内插法取值；

a_{cg} ——按 4.4.1 确定的重心处设计垂向加速度， m/s^2

4.4.4.6 上层建筑和甲板室的计算压力 P_{sd} ：

(1) 端壁与侧壁的计算压力 P_{sd} 由下式确定：

$$P_{sd} = 15.6K_1K_2(CL + 0.8 - 0.3h) \quad \text{kN/m}^2$$

式中： K_1 ——位置系数，按下列情况取值：

第 1 层上层建筑前壁： $K_1 = 1$

第 2 层上层建筑前壁： $K_1 = 0.75$

上层建筑、甲板室的侧壁、后壁： $K_1 = 0.5$

K_2 ——位置系数，按上层建筑和甲板室所在位置取值：

位于舢前区域： $K_2 = 1.0$

位于舢后区域： $K_2 = 0.75$

C ——航区系数：

$C = 0.047$ 近海和沿海营运限制

$C = 0.035$ 遮蔽营运限制

$C = 0.024$ 平静水域营运限制

h ——压力计算点到满载静浮水线的垂直距离， m 。对于全垫升气垫船，应为压力计算点到围裙基线的垂直距离。

(2) 露天顶板的计算压力 P_{sd} 应不小于 4kN/m^2 ，但船中之前第一层上层建筑或甲板室的顶板的计算压力 P_{sd} 应不小于 6.6kN/m^2 。

(3) 第一层上层建筑前端壁的最小计算压力 P_{\min} 应不小于按 4.4.4.2 公式算得的舢前露天甲板的计算压力。上层建筑和甲板室的其他围壁的最小计算压力应不小于 4kN/m^2 。

4.4.4.7 舱壁的计算压力 P 按下式确定：

(1) 水密舱壁：

$$P = 10h \quad \text{kN/m}^2$$

式中： h ——从压力计算点到舱壁甲板最高点的垂直距离，m。

(2) 液舱舱壁，取以下三者中的大值：

$$P = (9.81 + 0.5a_v)h \quad \text{kN/m}^2$$

$$P = 10(h + 2/3h_p) \quad \text{kN/m}^2$$

$$P = 10(h + 1.0) \quad \text{kN/m}^2$$

式中： a_v ——该处船舶垂向加速度 m/s^2 ，按 4.4.4.5 取值；

h ——压力计算点到液舱顶的垂直距离，m；

h_p ——液舱顶到空气管顶的垂直距离，m。

(3) 防撞舱壁：

$$P = 12.5h \quad \text{kN/m}^2$$

式中： h ——从压力计算点到舱壁甲板最高点的垂直距离，m。

第 5 节 铝、钢船体结构的构件尺寸

4.5.1 一般规定

4.5.1.1 凡以铝合金和钢为材料的船体结构，其构件尺寸除应符合本节规定外，还应符合本章第 8 节总强度，第 9 节构件稳定性和第 11 节振动的有关规定。

4.5.1.2 本章计算所得的板厚，对于厚度等于或大于 4 mm 的板，如小数等于或小于 0.25mm，可予不计；如大于 0.25mm 且小于 0.75mm，应进为 0.5mm；如等于或大于 0.75mm，应进为 1.0mm。对于厚度小于 4 mm 的板，如小数等于或小于 0.15mm，可予不计；如大于 0.15mm 且小于 0.65mm，应进为 0.5mm；如等于或大于 0.65mm，应进为 1.0mm。

4.5.1.3 符号：

t ——规范规定的板厚，mm；

W ——规范规定的骨材剖面模数（包括带板）， cm^3 ，骨材带板的有效宽度 b_e 应按以下确定：

对于次要骨材：取 $b_e = s$ ；

对于主要骨材：取 $b_e = 0.3s \left(\frac{l}{s} \right)^{2/3}$ ，但不大于 $l/5$ 。

当骨材的腹板与带板不垂直，且其腹板与带板的夹角 α 小于 75° 时，其实际剖面模数可按
下式近似确定：

$W = W_0 \sin \alpha \quad \text{cm}^3$ ，其中： W_0 ——假定腹板与带板垂直时的剖面模数， cm^3 ；

σ_s ——材料屈服强度, N/mm², 对于铝材, 取 $\sigma_s = \sigma_{p0.2}$, 见 CCS《材料与焊接规范》的有关规定;

对于钢材, 见 CCS《材料与焊接规范》的有关规定;

σ_{sw} ——材料焊接后的屈服强度, N/mm², 对于铝材, 取退火状态的屈服强度 $\sigma_{p0.2}$, 见 CCS《材料与焊接规范》的有关规定; 对于钢材, 取 $\sigma_{sw} = \sigma_s$ 。

4.5.2 最低要求

4.5.2.1 最小板厚 t_{min} 按下式计算:

对于单体船以及除水面效应船外的各类双体船: $t_{min} = K_0 \sqrt[3]{L}$ mm

对于水面效应船以及水翼船: $t_{min} = 0.85 K_0 \sqrt[3]{L}$ mm

对于全垫升气垫船: $t_{min} = 0.8 K_0 \sqrt[3]{L}$ mm

式中: K_0 ——系数, 查表 4.5.2.1。

对于单体船和各类双体船的平板龙骨, 其最小板厚另应在船底板基础上增加 2mm。平板龙骨的宽度应不小于 0.1B(对于各类双体船为单个片体的最大型宽)。

系数 K_0

表 4.5.2.1

构件名称	K_0	
	钢质	铝质
船底板	1.40	1.55
连接桥底*	1.30	1.40
舷侧板**	1.30	1.40
主甲板板	1.10 (不小于 3mm) 1.30 (横骨架式)	1.40 1.50 (横骨架式)
非露天甲板板	0.90	1.16
舱壁板	1.00	1.16
上层建筑、 甲板室	前端壁	1.20
	侧壁、后壁	0.86
	顶板	0.65 (不小于 2mm)
主机座***	1.90	1.90

* 穿浪双体船的连接桥底压力计算点高度 H_{lx} 大于 0.85CL 的区域, K_0 取 0.80。其中系数 C 见 4.4.3.2 条。

** 设计水线以上 0.15m 处以下的舷侧板最小板厚系数, 应按船底板最小板厚系数取值。

*** 任何船型高速船的主机座的最小板厚, 均按 $t_{min} = K_0 \sqrt[3]{L}$ 计算。

对于圆艏形船的舳列板, 以船底升角 β 线与圆舳线交点 (见图 4.4.1.2(1)) 区分, 交点以上作为舷侧板, 交点以下作为船底板。

4.5.2.2 船底组合型材 (包括机座) 须满足下列要求:

(1) 面板最小板厚 t_{min} 应不小于按下式计算所得值:

$$t_{\min} = b/12 \text{ mm} \quad \text{对于铝合金}$$

$$t_{\min} = b/15 \text{ mm} \quad \text{对于钢}$$

式中： b ——面板宽度，mm。

(2) 腹板最小板厚 t_{\min} 应不小于按下式计算所得值：

$$t_{\min} = h/50 \text{ mm} \quad \text{对于铝合金}$$

$$t_{\min} = h/70 \text{ mm} \quad \text{对于钢}$$

式中： h ——腹板高度，mm。

4.5.2.3 甲板支柱：

不论管形支柱或组合型支柱，其最小壁厚不应小于 4mm。

铝质的甲板支柱的许用载荷 P 按下式计算：

$$P = A(6 - 0.0349 \frac{l}{r}) \sigma_s 10^{-2} \quad \text{kN}$$

式中： A ——支柱的剖面面积， cm^2 ；

l ——支柱长度，cm；

r ——支柱剖面最小惯性半径，cm。

钢质的甲板支柱按照 CCS《钢质海船入级规范》的相应规定。

4.5.3 铝合金结构弯曲强度

4.5.3.1 板：

板厚度 t 应不小于按下式计算之值：

$$t = KC_1 C_2 s \sqrt{\frac{P}{\sigma_{sw}}} \quad \text{mm}$$

式中： K ——查表 4.5.3.1；

C_1 ——有曲率板的折减系数， $C_1 = 1 - 0.5s/r$ ， r 为板的曲率半径，m；

C_2 ——板格边长 l 与短边 s 之比的修正系数，按如下取值。

$$C_2 = \frac{l}{s} (1 - 0.25 \frac{l}{s}) \quad \text{如 } l/s < 2;$$

$$C_2 = 1.0 \quad \text{如 } l/s \geq 2。$$

如采用带筋成型板，焊缝离板边较远，上式中的 σ_{sw} 可取为 σ_s ，见 4.5.1.3。如为铆接结构， σ_{sw} 则取 $0.9\sigma_s$ 。

4.5.3.2 骨材：

骨材剖面模数 W 应不小于按下式计算值：

$$W = K \frac{l^2 s P}{\sigma_{sw}} \quad \text{cm}^3$$

- (1) 式中系数 K 值查表 4.5.3.1 ;
- (2) 除舱壁扶强材, 所有部位纵骨屈服强度均采用材料焊接后屈服强度 σ_{sw} ;
- (3) 除船底及连接桥底结构, 所有部位桁材, 强肋骨及强横梁均可不采用材料焊接后屈服强度 σ_{sw} , 而采用材料的屈服强度 σ_s ;
- (4) 若为铆接结构, σ_{sw} 则取 $0.9\sigma_s$ 。

系数 K 表 4.5.3.1

构件类别 部位	板	次要骨材			主要骨材
		纵骨	横骨、肋骨、肋板	垂向扶强材	桁材、强肋骨、实肋板、强横梁
船底、连接桥底	25.0	115	135		135
舷侧	25.8	130	150		150
甲板 (包括上层建筑、甲板室顶板)	27.8	130	150		150
上层建筑、甲板室前壁	25.8			170	150
上层建筑、甲板室侧壁、后壁	25.8			150	150
防撞舱、液舱舱壁	25.8			130	150
水密舱舱壁	23.4			120	150

4.5.4 钢结构弯曲强度

4.5.4.1 板:

板厚度 t 应不小于按下式计算之值:

$$t = K_1 C_1 C_2 s \sqrt{\frac{P}{\sigma_s}} \quad \text{mm}$$

式中: K_1 ——系数, 查表 4.5.4.1 ;

C_1 ——有曲率板的折减系数, $C_1 = 1 - 0.5s/r$, r 为板的曲率半径, m ;

C_2 ——板格边长 ℓ 与短边 s 之比的修正系数, 按如下取值:

$$C_2 = \frac{\ell}{s} (1 - 0.25 \frac{\ell}{s}) \quad \text{如 } \ell/s < 2;$$

$$C_2 = 1.0 \quad \text{如 } \ell/s \geq 2。$$

系数 K_1 表 4.5.4.1

部 位		距首垂线、尾垂线 0.1L 处	船中 0.4L 处
船底、连接桥底		21.8	25.0
舷 侧	近船底	21.8	25.0
	近中和轴	20.5	纵骨架式: 20.5 横骨架式: 21.8
	近甲板	20.5	25.0
甲板 (包括上层建筑、甲板室顶板)		纵骨架式: 20.5 横骨架式: 21.8	25.0
上层建筑 / 甲板室 围壁		21.8	
防撞舱、液舱舱壁		21.8	
水密舱壁		19.0	

4.5.4.2 骨材：

骨材剖面模数 W 应不小于按下式计算值：

$$W = K_2 \frac{l^2 s P}{\sigma_s} \quad \text{cm}^3$$

式中： K_2 ——系数，查表 4.5.4.2。

系数 K_2

表 4.5.4.2

部 位	次要骨材			主要骨材
	纵骨	横骨、肋板、肋骨	垂向扶强材	桁材、强肋骨、实肋板、强横梁
船底、连接桥底	136	150		150
舷侧	128	150		150
甲板(包括上层建筑、甲板室顶板)	甲板*：212 / 128 上层建筑、甲板室顶板：150	150		150
上层建筑 / 甲板室前壁侧壁			150	150
上层建筑 / 甲板室后壁			150	150
防撞舱、液舱舱壁			150	150
水密舱舱壁			109	109

* 如该甲板处的实际船中剖面模数等于规范要求的船中剖面模数，取 $K_2=212$ ，如该处的实际船中剖面模数等于或大于规范要求值的二倍，取 $K_2=128$ ，中间值按线性内插法计算。

4.5.5 骨材的剪切强度

4.5.5.1 纵骨端部的有效剪切面积 A_e 应不小于按下式计算所得之 $A_{e \min}$ 值：

$$A_{e \min} = 22.67 \frac{(l-s)sP}{\sigma_{sw}} \quad \text{cm}^2$$

A_e 按下式计算：

$$A_e = 0.01ht \quad \text{cm}^2$$

式中： h ——纵骨腹板高度，mm；

t ——纵骨腹板厚度，mm。

4.5.5.2 桁材端部的有效剪切面积 A_e 应不小于下式计算所得之 $A_{e \min}$ 值：

$$A_{e \min} = 13.5 \frac{s l P}{\sigma_{sw}} \quad \text{cm}^2$$

A_e 按下式计算：

$$A_e = 0.01h_w t_w \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部无肘板}$$

$$A_e = 0.01h_w t_w + \Delta A_e \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部有肘板}$$

式中： h_w ——计算剖面处减去开孔后的腹板实效高度；

t_w ——腹板厚度；

ΔA_e ——端部有肘板时的附加剪切面积， cm^2 ，按肘板面板的水平倾角 θ 取值，见图 4.5.5.2。

$\theta = 45^\circ$ 时, $\Delta A_e = 0.9f_1$; $\theta = 0^\circ$ 时, $\Delta A_e = 0$; θ 为中间值, 可用插入法求取 ΔA_e ; f_1 为计算剖面处肘板面板的截面积, cm^2 。

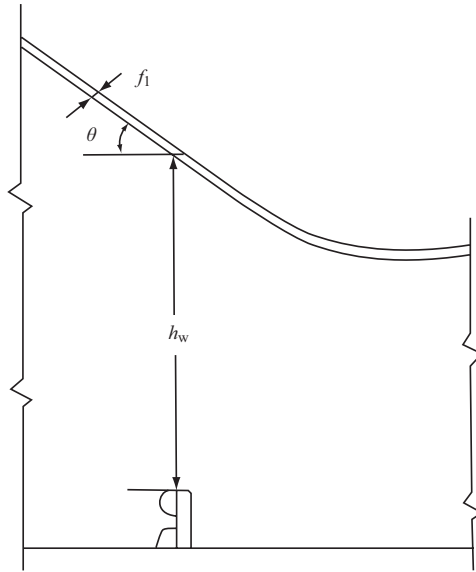


图 4.5.5.2

第 6 节 纤维增强塑料船体结构的构件尺寸

4.6.1 一般要求

4.6.1.1 凡以纤维增强塑料为材料的船体结构, 其构件尺寸除应符合本节规定外, 还应符合本章第 8 节总强度、第 9 节构件稳定性和第 11 节振动的有关规定。

4.6.1.2 本节规定的船体构件尺寸均以层板的两个主方向上弹性模量之差不超过 20% 为基准。

4.6.1.3 以玻璃纤维及其制品增强的船用层板试件性能应不低于 CCS《材料与焊接规范》第 2 篇第 2 章的要求。

4.6.1.4 推荐使用以纤维短切毡和无捻粗纱正交布交替铺糊成型的层板。

4.6.1.5 符号:

t ——规范规定的板厚, mm ;

W ——规范规定的骨材剖面模数(包括带板), cm^3 , 骨材带板的有效宽度 b_e 应按本节

4.6.5.2 确定:

当骨材的腹板与带板不垂直, 且其腹板与带板的夹角 α 小于 75° 时, 其实际剖面模数可按下式近似确定:

$W = W_0 \sin \alpha$ cm^3 , 其中: W_0 ——假定腹板与带板垂直时的剖面模数, cm^3 ;

σ_{fun} ——纤维增强塑料层板的极限弯曲强度, N/mm^2 ;

τ_u ——骨材腹板的极限剪切强度, N/mm^2 ;

τ_c ——夹层板芯材的极限剪切强度, N/mm^2 。

4.6.2 最低要求

4.6.2.1 玻璃纤维单板结构层板的纤维含量最低要求按下式计算：

$$W = a + kL$$

式中： W ——单位面积的增强材料重量， g/m^2 ；

a 、 k ——系数，见表 4.6.2.1；

L ——船长。

a 、 K

表 4.6.2.1

结构名称	a	K
船底、舷侧尾封板	2100	105.0
中心线附近的首柱和龙骨	3750	187.5
尾柱尾封板附近的构件	2900	145.0
舵、轴系支撑结构	3300	165.0
非货物处的风雨密甲板	4200	0.0
货物甲板	3996	70.2
居住甲板	2900	0.0
液舱舱壁和双层底	4200	0.0
液舱舱壁	4500	0.0
其它舱壁	2500	0.0
上层建筑和甲板室	3108	54.6

其他增强材料的单板最小要求可特殊考虑。

4.6.2.2 夹层板最低要求

(1) 夹层板单面板的纤维含量最低要求按下式计算：

$$W = a + kL$$

式中： W ——单位面积的增强材料重量， g/m^2 ；

a 、 k ——系数，见表 4.6.2.2 (1)，对于混合纤维材料可插值；

L ——船长。

a 、 K

表 4.6.2.2(1)

结构名称	a		K	
	玻璃纤维	碳纤维 / 芳纶纤维	玻璃纤维	碳纤维 / 芳纶纤维
水线以下处的船底、舷侧尾封板	1200	800	60.0	40.0
水线以上处的舷侧尾封板	800	550	40.0	27.5
船体内表面的船底和舷侧	1184	814	20.8	14.3
首柱和龙骨	3000	2000	150.0	100.0
非货物处的风雨密甲板、湿甲板、其它居住甲板、液舱舱壁和双层底、水密舱壁	1600	1100	0.0	0.0
货物甲板	2220	1480	39.0	26.0
被保护的居住甲板	1200	800	0.0	0.0
甲板下面板	750	500	0.0	0.0
结构舱壁	1200	800	0.0	0.0
外部的上层建筑和甲板室	888	592	15.6	10.4
无开口的封闭空间内部	750	500	0.0	0.0

(2) 夹层板芯材最低要求

船底、舷侧、尾封板、货物甲板构件的夹层板芯材的剪切强度应不低于 0.8N/mm^2 ，抗压强度应不低于 0.9N/mm^2 ，其他构件的夹层板芯材的剪切强度应不低于 0.5N/mm^2 ，抗压强度应不低于 0.6N/mm^2 。

4.6.3 单板结构层板厚度的计算

4.6.3.1 单板结构层板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 44.8Cs \sqrt{\frac{P}{\sigma_{fmu}}} \quad \text{mm}$$

式中： C ——板格边长 ℓ 与短边 s 之比的修正系数，按如下取值。

$$C = \frac{\ell}{s} \left(1 - 0.25 \frac{\ell}{s}\right) \quad \text{如 } \ell/s < 2;$$
$$C = 1.0 \quad \text{如 } \ell/s \geq 2。$$

σ_{fmu} ——层板的极限弯曲强度， N/mm^2 ；

4.6.3.2 平板龙骨的宽度应不小于 $0.1B$ (B 为船宽，对双体船 B 为片体宽度)，其厚度不应小于船底板厚度的 1.5 倍，且尽可能在整个船长内保持不变。

4.6.4 夹层板板厚的计算

4.6.4.1 夹层板的总厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = \frac{1.428}{K} \left(1 + \frac{1}{\gamma}\right) \frac{sP}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中： γ ——两面板厚度中心线的距离与两面板的平均厚度之比，且 $6 \leq \gamma \leq 14$ ；

τ_c ——夹层板芯材的极限剪切强度， N/mm^2 ；

K ——系数，对聚氨酯泡沫塑料芯材夹层板， $K=1.86 - 0.06\gamma$ ，取 K 不小于 1；对聚氯乙烯泡沫塑料芯材夹层板， $K = 1.95 - 0.079\gamma$ ，取 K 不小于 1；对胶合板芯材夹层板， K 取 1.0；对其他芯材夹层板， K 另行考虑。

4.6.5 骨材的弯曲强度

4.6.5.1 骨材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = K \frac{l^2 s P}{\sigma_{fmu}} \quad \text{cm}^3$$

式中： σ_{fmu} ——层板的极限弯曲强度， N/mm^2 ；

K ——系数，由表 4.6.5.1 查取；

系数 K

表 4.6.5.1

部 位	K	
	纵桁、强肋骨、实肋板、强横梁	纵骨、肋板、肋骨、横梁、扶强材
船底	480	400
连接桥底	480	400
舷侧	480	400
甲板	480	400
上层建筑	480	400
水密舱壁	480	400
液体舱壁、防撞舱壁	480	480

4.6.5.2 各构件剖面模数的要求值均为连带板的最小要求值。构件带板有效宽度 b_e 按下述规定选取：

(1) 带板为单层板时，取下列算得的小者：

$$b_e = s \quad \text{mm}$$

$$b_e = 23t + b_s \quad \text{mm}$$

(2) 带板为夹层板：

① 如芯材为泡沫塑料、轻木等无效芯材时，取下列算得的小者：

$$b_e = s \quad \text{mm}$$

$$b_e = 11d \quad \text{mm}$$

② 如芯材为胶合板等有效芯材时，取下列算得的小者：

$$b_e = s \quad \text{mm}$$

$$b_e = 35d \quad \text{mm}$$

式中： t ——带板的总厚度，mm；

d ——带板的两面板厚度中心线的距离，mm；

b_s ——骨材的净宽度，mm。

4.6.5.3 骨材若采用松木、胶合板等有效材料作芯材时，其剖面模数的计算可计入芯材的影响，芯材的剖面面积应乘以芯材的弯曲弹性模量与层板材料的弯曲弹性模量之比。

4.6.5.4 主机基座的结构应具有足够的强度和刚性。基座纵桁应根据主机马力的大小予以加强。基座纵桁应在每个肋位处设置横隔板和横肘板，以确保有效支承。

4.6.6 骨材剪切强度

4.6.6.1 桁材的有效腹板面积 A_e 按下式计算：

$$A_e = 0.01h_w t_w \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部无肘板}$$

$$A_e = 0.01h_w t_w + \Delta A_e \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部有肘板}$$

式中： t_w ——纤维增强塑料腹板的总厚度，mm；

h_w 、 ΔA_e ——见本章 4.5.5.2。

4.6.6.2 按上述 4.6.6.1 计算所得的有效腹板面积 A_e 应不小于按下式计算所得之 $A_{e\min}$ 值：

$$A_{e\min} = \frac{25.5slP}{\tau_u} \quad \text{cm}^2$$

式中： τ_u ——夹层板的极限剪切强度，N/mm²；

4.6.7 支柱

4.6.7.1 甲板支柱可采用铝合金或钢质，详见本章 4.5.2.3。若采用其他材料的支柱应经 CCS 同意。

第 7 节 车辆甲板、跳板、尾轴架

4.7.1 车辆甲板

4.7.1.1 符号：

t ——规范规定的板厚，mm；

W ——规范规定的骨材剖面模数（包括带板），cm³，同 4.5.1.3；

σ_s ——材料屈服强度，N/mm²，对铝材，取 $\sigma_s = \sigma_{p0.2}$ ，见 CCS《材料与焊接规范》的有关规定；对钢材，见 CCS《材料与焊接规范》的有关规定；

σ_{sw} ——材料焊接后的屈服强度，N/mm²，对钢材，取 $\sigma_{sw} = \sigma_s$ ；对铝材取退火状态的屈服强度 $\sigma_{p0.2}$ ，见 CCS《材料与焊接规范》的有关规定；

s ——所核算的横骨或纵骨的间距，m；

l ——所核算的横骨或纵骨的跨距，m。

4.7.1.2 车辆甲板厚度

(1) 钢质车辆甲板的厚度 t 应不小于按下式计算之值：

$$t = 59 \sqrt{\frac{P}{\sigma_s} (1 + 0.5n_v)} \quad \text{mm}$$

式中： P ——1 根车轴上的载荷，t，即为车辆总重量除以车轴数量。当前后轴载荷不均时， P 应为重轴上的载荷；

n_v ——核算甲板处的垂向过载系数，按下式计算：

$$n_v = a_v/g$$

a_v ——核算甲板处的垂向加速度，m/s²，可按 4.4.4.5 的公式算得。

(2) 铝合金车辆甲板厚度 t 应不小于按下式计算之值：

$$t = 54 \sqrt{\frac{P}{\sigma_{sw}} (1 + 0.5n_v)} \quad \text{mm}$$

式中： P ， n_v 同 4.7.1.2(1)。

4.7.1.3 纵骨或横骨：

(1) 钢质车辆甲板的纵骨或横骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算之值：

$$W = 0.536K_1P(1 + 0.5n_v)lf + 0.638P_dsl^2f \quad \text{mm}$$

式中：P, n_v 同 4.7.1.2(1)；

P_d ——甲板的计算压力，kN/m²，见 4.4.4；

K_1 ——系数，按表 4.7.1.3 查得；

f ——材料系数，按下式计算： $f = \frac{235}{\sigma_s}$

系数 K_1

表 4.7.1.3

K	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5 及以上
K_1	15.4	14.6	13.35	11.8	10.1

注：表中 K = 同一车轴上最外侧两轮的距离 / 骨材跨距 l 。

(2) 铝质车辆甲板纵骨或横骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算之值：

$$W = \frac{205}{\sigma_{sw}} W_s \quad \text{cm}^3$$

式中： W_s ——按 4.7.1.3(1) 公式且假设该公式中的 $f=1$ 时算得的剖面模数，cm³。

4.7.1.4 甲板强横梁或纵桁：

车辆甲板的强横梁或纵桁的尺寸，应按本章第 10 节直接计算法确定。

4.7.2 兼作车辆跳板的尾门

4.7.2.1 高速客滚船通常采用尾门作为车辆上下船的出入口。且此尾门兼作车辆跳板。

4.7.2.2 车辆跳板结构强度应符合本章 4.7.1 和 CCS《钢质海船入级规范》的相关规定。跳板上的车辆载荷不必考虑车辆的垂向惯性力。

4.7.2.3 车辆跳板的连接绞链可参照 CCS《钢质海船入级规范》的相关内容。

4.7.2.4 如果兼作车辆跳板的尾门通向滚装处所甲板以下的处所，则此尾门应为风雨密，并设置与周围结构的强度和刚度相适应的紧固装置。如为铝合金船体，应注意与钢质尾门的绝缘，避免异种金属电化腐蚀。

4.7.3 尾轴架

4.7.3.1 不论单臂尾轴架或双臂尾轴架，如臂的截面采用常规的截面长度与厚度之比约为 4-5 的拱形剖面或翼形剖面，则尾轴架臂的尺寸应满足 4.7.3.2 至 4.7.3.6 所列的要求。对于臂的截面为非常规剖面的，则应特殊考虑。

4.7.3.2 单臂尾轴架根部截面对其长轴 $x-x$ 的剖面模数 Z_{xx} 应不小于按下式计算所得之值：

$$Z_{xx} = 2.23Kd_s^2l \times 10^{-5} \quad \text{cm}^3$$

式中： K ——尾轴架的材料系数， $K = 400/\sigma_t$ ，其中 σ_t 是尾轴架材料的抗拉强度， N/mm^2 ；

d_s ——尾轴的规范直径， mm ，按下式计算：

$$d_s = 128\sqrt[3]{\frac{N_e}{n_e}} \text{ mm}, \text{ 其中 } N_e \text{ 为尾轴传递的额定功率, kW, } n_e \text{ 为尾轴传递额定功率 } N_e \text{ 时的每分钟转速, r/min;}$$

l ——单臂尾轴架臂的长度， mm ，从尾轴架根部截面的形心量至尾轴架轴毂中心。见图 4.7.3.4。

4.7.3.3 单臂尾轴架臂长方向上臂的任何截面的面积，不得小于根部截面积的 60%。

4.7.3.4 如采用双臂尾轴架，双臂夹角应不小于 50° 。双臂的任何拱形 / 翼形剖面的厚度 t 应不小于下式计算所得之值：

$$t = 2.24K^{0.5}d_s \left[1 + \left(1 + \frac{0.0112l^2}{Kd_s^2} \right)^{0.5} \right]^{0.5} \times 10^{-2} \quad \text{cm}$$

式中： l ——双臂中较长臂的长度， mm ，从尾轴架长臂根部截面的形心量至尾轴架轴毂中心。见图 4.7.3.4。

K 和 d_s 同 4.7.3.2。

4.7.3.5 双臂尾轴架双臂的任何拱形 / 翼形剖面，对其长轴 $x-x$ 的剖面模数 Z_{xx} 应不小于按下式计算所得之值：

$$Z_{xx} = 0.45t^3 \quad \text{cm}^3$$

式中： t ——按 4.7.3.4 公式计算所得的剖面厚度， cm 。

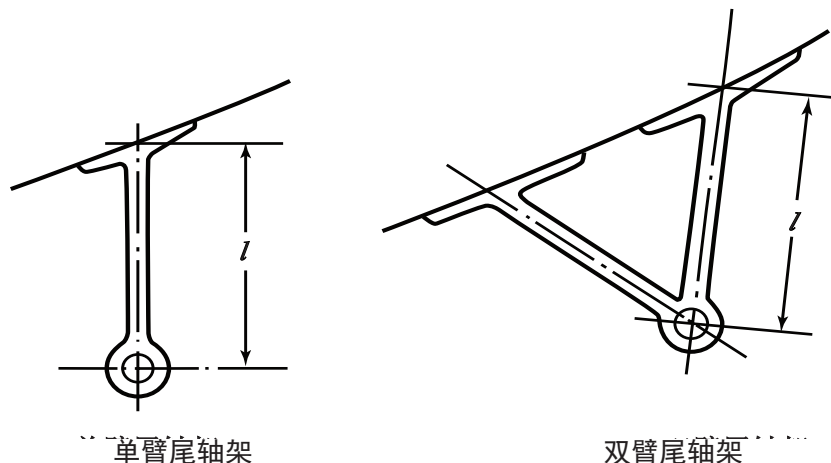


图 4.7.3.4

4.7.3.6 对于空心臂的尾轴架，其臂在根部处和轴毂处的截面积，都应不小于剖面模数满足上述要求的实心臂尾轴架的臂在根部处和轴毂处的截面积。

4.7.3.7 不论采用双臂尾轴架还是单臂尾轴架，其轴毂尺寸应不小于按下列各式计算所得之值：

$$\text{轴毂厚度：} t = 0.2d_w(K_1 + 0.25) \quad \text{mm}$$

$$\text{轴毂长度：} l = 3.5d_w \quad \text{mm}$$

式中： d_w ——尾轴架处尾轴直径，mm。

K_1 ——材料系数， $K_1 = \sigma_{tw} / \sigma_{tb}$ ，其中 σ_{tw} 为尾轴材料的抗拉强度， σ_{tb} 为轴毂材料的抗拉强度。

4.7.3.8 不论双臂尾轴架还是单臂尾轴架，如其根部穿入船体，应与船体底部的加强肋骨或桁材相连接。对于双臂尾轴架而言，支臂插入船体处的船壳板板厚应不小于该处邻近壳板厚度的 1.5 倍。如采用单臂尾轴架，轴架插入船体处的船壳板板厚应不小于邻近壳板厚度的 2 倍。如尾轴架与船体连接采用其他形式，则需经 CCS 认可。

第 8 节 总 强 度

4.8.1 一般要求

4.8.1.1 船长 L 小于或等于 50m 的高速单体船、双体船和全垫升气垫船，如在船中 $0.5L$ 区域内的强力甲板上无较大开口，且 L/D 小于 12，船体结构能满足局部强度要求，则可免于校核船体的总纵强度。

4.8.1.2 除 4.8.1.1 外的所有高速船，应分别校核其排水航行时的总纵强度和在波浪中高速航行时波浪冲击状态下的总纵强度。

4.8.1.3 对于各类双体船，不论其尺度，都应校核其在波浪中高速航行时的总横强度和扭转强度。

4.8.1.4 水翼船应分别校核起飞状态、排水状态和翼航状态时的总纵强度。

4.8.1.5 全垫升气垫船还应补充校核上岸着地状态时的总纵强度，此时，船舶重心处的过载加速度取为 $1.25g$ 。

4.8.1.6 所有高速船总强度校核时的装载状态均取满载出港装载情况。

4.8.1.7 对近海营运限制的高速船，如果上层建筑和甲板室符合 4.8.7.1(2) 的规定，认为其不参与船体梁总纵强度，其剖面模数不计入船中剖面模数，但应采取措施使该上层建筑和甲板室最大程度不参与船体梁的总纵弯曲。

4.8.2 高速船高速航行时波浪冲击力引起的总纵弯矩

4.8.2.1 除全垫升气垫船外的各类高速船，由波浪冲击力引起的总纵弯矩 M_B 可按下式计算：

$$M_B = C_1 C_2 C_3 (1+n) \left(l_x - 0.175 \frac{\Delta}{B_s d} (1+0.2n) \right) \Delta g \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中： C_1 ——系数，

$C_1 = 1.0$ 中拱时

$C_1 = -1.0$ 中垂时

C_2 ——系数， $C_2 = 0.5$ ；

C_3 ——船型系数，

$C_3 = 0.80$ 对于穿浪双体船；

$C_3 = 1.00$ 对于其他船；

n ——过载系数，按下式计算：

$$n = a_{cg} / g$$

a_{cg} ——重心处垂向加速度， m/s^2 ，见 4.4.1.2(1)；

l_x ——船中前的半体重心至船中后的半体重心的纵向距离之半， m ，如 l_x 未知，可近似取 $l_x = 0.25L$ ；

B_s ——船首尾出水，波峰冲击船中区域底部时冲击面积的宽度， m ：

对于尖舭船、园舭船的 B_s ，可按图 4.8.2.1 所示取；

对于各类双体船， B_s 应为各个片体冲击面积宽度之和。

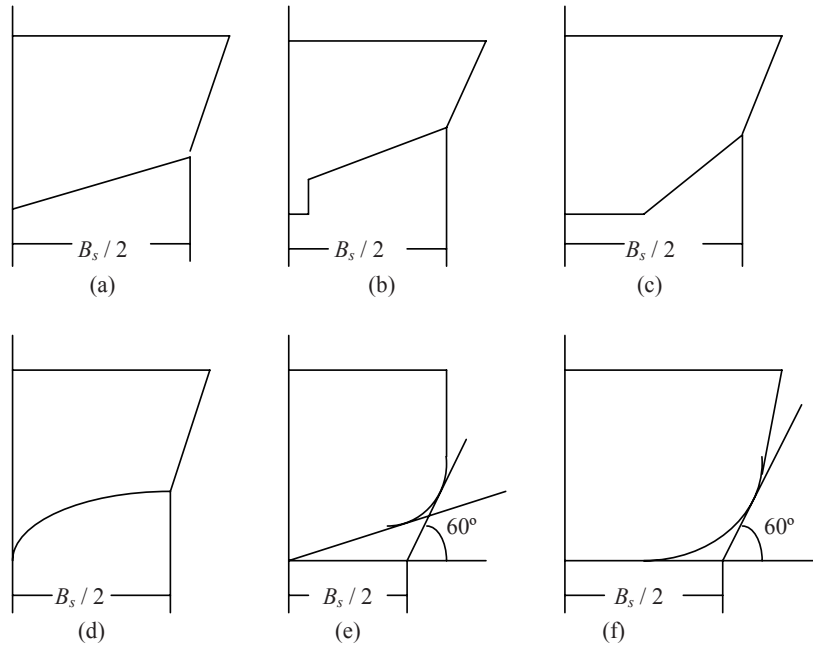


图 4.8.2.1

4.8.2.2 对于全垫升气垫船，波浪冲击船底中部（中冲）引起的中拱弯矩通常小于波浪冲击首尾（首尾冲）引起的中垂弯矩，一般仅需校核首尾冲引起的中垂弯矩，该总纵弯矩 M_B 可按下式计算：

$$M_B = 0.075(1+n)(1-0.2n)L \Delta g \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中： n ——过载系数，按下式计算：

$$n = a_{cg} / g$$

a_{cg} ——重心处垂向加速度， m/s^2 ，按 4.4.1.2(2) 公式计算。

对于船长 L 大于或等于 25m 的全垫升气垫船，还应考虑波浪仅冲击首部船底（首冲）所引起的中垂弯矩，计算时可采用附录 1 的方法或 CCS 认可的其他方法。

4.8.3 高速船排水状态航行时的总纵弯矩

4.8.3.1 船体所受的总纵弯矩可用静水弯矩加上波浪弯矩的方法分别确定中拱弯矩和中垂弯矩。

4.8.3.2 按船舶营运航区的最大波高(有义值),且波长等于船长的假设计算波浪弯矩。

4.8.3.3 对于傅汝德数($Fn = v/\sqrt{gL}$)小于0.80的高速单体船,可免于校核排水状态航行时的总纵弯矩。

4.8.4 水翼船的总纵弯矩

4.8.4.1 对深浸式水翼船和割划式水翼船,当其在最大设计波高的海浪中起飞时所受的总纵弯矩 M 可按下式计算:

$$M = 0.654 \left[\frac{C(3.175 - \lg \Delta)}{tg^{2/3} \beta} + 1.25 \right] \Delta L \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中: C ——系数,可按下式计算:

$$C = 0.28H_w(F_{r\nabla} - 1)(1 - 0.016H_w - 0.086F_{r\nabla}) - 0.0434 \quad \text{对中垂状态}$$

$$C = 0.22H_w(F_{r\nabla} - 1.51)(1 - 0.026H_w - 0.03F_{r\nabla}) - 0.1026 \quad \text{对中拱状态}$$

H_w ——最大设计波高, m;

$F_{r\nabla}$ ——体积傅汝德数, $F_{r\nabla} = V_f / \sqrt{g\nabla^{1/3}}$, V_f 为起飞速度, m/s, g 为重力加速度, m/s^2 ,

∇ 为船满载时排水体积, m^3 ;

β ——艇底斜升角($^\circ$),中垂状态时,在距尾 $0.8L$ 处的横剖面量取;中拱状态时,在船中处的横剖面量取,见图 4.4.1.2(1)。

4.8.4.2 排水状态时的总纵弯矩可按 4.8.4.1 所列公式计算。计算时,波高仍取最大设计波高 H_w , 航速按排水状态时在最大设计波高的波浪中航行时的航速取值。

4.8.4.3 波浪中翼航状态的总纵弯矩仅需计及中垂状态,该中垂波浪弯矩 M_{ww} 可按下式计算:

$$M_{ww} = M_{ws} \frac{4.135}{l_k} H_{1/3} \left(1 + \frac{0.415V}{l_k} \right) \left[1 - \frac{\pi(d_f + d_A)}{l_k} \right] \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中: M_{ws} ——翼航时静水弯矩, $\text{KN}\cdot\text{m}$, 此值可按船体全部出水,船体全部重力与水翼的水动升力相平衡,用常规方法确定;

V ——静水翼航时的航速, knot;

$H_{1/3}$ ——翼航时的最大波高(有义值), m, 同 4.4.1.2(1);

l_k ——前后水翼间距, m;

d_f ——前水翼浸深, m;

d_A ——后水翼浸深, m。

4.8.5 船体梁的剪力

4.8.5.1 对于 4.8.1.2 涉及的高速船和 4.8.1.4 涉及的水翼船,作为船体梁所受的垂向剪力 Q 在距首垂线 $L/4$ 和 $3L/4$ 剖面处最大,可按下式计算:

$$Q = \frac{4M_B}{L} \quad \text{kN}$$

式中： M_B ——取 4.8.2、4.8.3 和 4.8.4 中所得的总纵弯矩中的最大值， $\text{kN}\cdot\text{m}$ 。

4.8.5.2 对于采用纤维增强塑料为船体材料的高速船，如其舷侧外板和纵舱壁（如设有）为泡沫塑料芯的夹层板，计算舷侧外板和纵舱壁上的切应力 τ 时，上述夹层板芯材的剖面面积不应计入，仅计入夹层板两面板的厚度之和。

4.8.6 常规双体船、穿浪双体船和水面效应船的总横弯矩、垂向剪力和扭矩

4.8.6.1 船长 L 小于或等于 50m 的各类双体船，包括常规双体船、穿浪双体船和水面效应船的总横弯矩 M_t 可按下式计算：

$$M_{BX} = C_1 \Delta a_{cg} b \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中： C_1 ——系数，查表 4.8.6；

a_{cg} ——重心处垂向加速度， m/s^2 ，见 4.4.1.2(1)，但取值应不小于 $1.0g$ ；

b ——片体中心线间距， m 。

4.8.6.2 船长 L 超过 50m 的上述各类双体船的总横弯矩 M_t 可取以下二者中的大者：

$$M_{BX} = M_{BX0} \left(1 + \frac{a_{cg}}{g}\right) \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{BX} = M_{BX0} + 3.09L^{1.05} B_{WL}^{0.146} d^{1.30} H_w \left(Z - \frac{d}{2}\right) \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中： a_{cg} ——重心处垂向加速度， m/s^2 ；见 4.4.1.2(2) 取值，但取值应不小于 $1.0g$ ；

H_w ——取该船允许营运的最大波高（有义值）和 $0.14B$ 二者中小者；

Z ——承受总横弯矩的连接桥结构的纵中剖面的中和轴至船基线的垂向距离， m 。

M_{BX0} ——静水总横弯矩， $\text{kN}\cdot\text{m}$ 。可按下式计算：

$$M_{BX0} = 2.45\Delta(b - 0.8B^{0.88}) \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中： b ——同 4.8.6.1；

4.8.6.3 各类双体船在连接桥结构纵中剖面处的垂向剪力 Q_t 可按下式计算：

$$Q_t = C_2 \Delta a_{cg} \quad \text{kN}$$

式中： C_2 ——系数，查表 4.8.6；

a_{cg} ——重心处垂向力速度， m/s^2 ，见 4.4.1.2(1)，但取值应不小于 $1.0g$ ；

系数 C_1 、 C_2 和 C_3

表 4.8.6

营运限制	C_1	C_2	C_3
近海营运限制	0.155	0.200	0.100
沿海营运限制	0.135	0.182	0.075
遮蔽营运限制	0.125	0.167	0.063
平静水域营运限制	0.115	0.154	0.063

4.8.6.4 各类双体船的两片体因不同步纵摇引起的对横向 Y 轴 (即船宽方向) 的扭矩 M_{ly} 可按下列式计算:

$$M_{ly} = C_3 \Delta a_{cg} L \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中: C_3 ——系数, 查表 4.8.6;

a_{cg} ——重心处垂向加速度, m/s^2 , 见 4.4.1.2(1), 但取值应不小于 $1.0g$ 。

4.8.6.5 各类双体船在斜浪中航行引起的对纵向 X 轴 (即船长方向) 的扭矩 M_{lx} 可按下列式计算:

$$M_{lx} = 2C_3 \Delta a_{cg} b \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中: C_3 ——系数, 查表 4.8.6;

a_{cg} ——重心处垂向加速度, m/s^2 , 见 4.4.1.2(1), 但取值应不小于 $1.0g$;

b ——片体中心线间距, m 。

4.8.7 船体梁的剖面模数

4.8.7.1 计算总纵强度时, 通常取船中 $\pm 5\%L$ 范围内结构最弱处的船中横剖面作为校核剖面。

(1) 凡在船中 $0.4L$ 范围内连续的船体纵向构件都可计入船中横剖面模数。但是如上述构件上开孔, 且开孔高度超过腹板高度 25% 时, 该开孔面积应予以扣除。

(2) 船中 $0.4L$ 范围内, 长度超过 $0.2L$ 的上层建筑和甲板室一般可认为参与总纵强度。如在整個上层建筑和甲板室的侧壁上有大量开孔, 且开孔纵向孔径之和超过该上层建筑长度之半, 或上层建筑和甲板室与主船体的连接采用弹性结构型式时, 则认为该建筑不参与总纵强度。

(3) 只有满足本章第 9 节构件稳定性要求的纵向构件, 方可计入船中横剖面模数。

4.8.7.2 校核各类双体船 (包括穿浪船) 的总横强度时, 应取连接桥宽度范围内最弱的纵向剖面作为校核剖面。只有在两片体内侧范围内连续的船体横向构件方可计入船纵剖面模数, 但是如这些构件上开孔, 且开孔高度超过其腹板高度的 25%, 则开孔面积应予以扣除。

4.8.7.3 对于采用纤维增强塑料夹层结构作为部分船体构件的高速船, 应引入“相当剖面模数 W_e ”的概念。

(1) 船体梁总纵弯曲时, 由若干夹层结构构件组成的船中剖面的相当剖面模数 W_e 应按下列式计算:

$$W_e = \frac{\sum (E_i I_i)}{EY} \quad \text{cm}^3$$

式中: E ——计算点处材料的弹性模量, N/mm^2 ;

Y ——计算点至船中剖面中和轴的垂向距离, cm ;

E_i 、 I_i ——分别为船中剖面的各个构件材料的弹性模量 (N/mm^2) 和各个构件对船中剖面中和轴的惯性距 (cm^4)。

(2) 校核各类双体船(包括穿浪船)的总横强度时,按 4.8.7.2 取定的校核剖面的相当剖面模数可参照上式计算。

4.8.8 总强度校核

4.8.8.1 应按 4.8.1.2 的规定,校核船体梁的总纵弯曲强度。船体梁中横剖面的总纵弯曲应力 σ 可按下式计算:

$$\sigma = \frac{M}{W} \times 10^3 \quad \text{N/mm}^2$$

上式中 M 为按 4.8.2, 4.8.3 或 4.8.4 规定计算的总纵弯矩, W 分别为按 4.8.7.1 规定剖面计算的甲板和船底的剖面模数, cm^3 。

4.8.8.2 此外,还应校核船体梁的剪切强度。校核剖面可取剪应力最大的两个横剖面:即距首垂线 $L/4$ 处和 $3L/4$ 处的船体横剖面。如校核剖面处无纵舱壁,则可按下列公式计算其舷侧板的最大剪应力 τ , 否则,应按薄壁剪流理论计算剪应力:

$$\tau = 100 \frac{QS}{I_y t} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: Q ——按 4.8.5.1 计算的校核剖面总剪力, kN ;

S ——中和轴以上剖面部分的静矩, cm^3 ;

I_y ——横剖面对其水平中和轴的惯性矩, cm^4 ;

t ——水平中和轴处船壳板厚度总和, mm 。

4.8.8.3 双体船的总横强度校核

(1) 对于常规双体船、穿浪船和水面效应船,应用 4.8.6.1 和 4.8.6.2 规定的总横弯矩按 4.8.7.2 规定计算的剖面模数,计算校核承受总横弯矩的连接桥结构纵剖面的上、下缘构件的总横弯曲应力。

(2) 同样,还应按 4.8.6.3 规定的剪力 Q , 计算校核连接桥结构纵剖面承受剪力的构件内的剪应力。

4.8.8.4 双体船船体扭转强度校核

对于常规双体船、穿浪船和水面效应船,应用 4.8.6.4 规定的 M_{ty} 计算校核连接桥纵剖面的纯扭转剪应力,并用 4.8.6.5 规定的 M_{tx} 计算校核船体中横剖面内的纯扭转应力。

4.8.8.5 如果按附录 2 或附录 3 进行船体总强度的直接计算,上述 4.8.8.2 和 4.8.8.3(2) 仍应进行校核。

4.8.9 校核总强度时的许用应力

4.8.9.1 铝质船体或钢质船体的许用应力如下:

(1) 纵向构件的拉伸许用应力 $[\sigma] = 0.67\sigma_{sw}$, 对于钢质船体 $\sigma_{sw} = \sigma_s$;

(2) 纵向构件的压缩许用应力见本章第 9 节;

(3) 剪切许用应力 $[\tau] = 0.38\sigma_{sw}$, 对钢质船体 $\sigma_{sw} = \sigma_s$;

式中： σ_s ——构件材料的屈服强度，N/mm²，同 4.5.1.3；

σ_{sw} ——构件材料焊接后的屈服强度，N/mm²，同 4.5.1.3。

4.8.9.2 纤维增强塑料船体的许用应力如下：

(1) 对于一般高速船纵向构件的拉伸许用应力 $[\sigma_b] = 0.3\sigma_{nu}$ ；对于滑艇纵向构件的拉伸许用应力 $[\sigma_b] = 0.24\sigma_{nu}$ ； σ_{nu} 为层板的极限拉伸强度，N/mm²；

(2) 对于一般高速船纵向构件的压缩许用应力 $[\sigma_p] = 0.3\sigma_{pnu}$ ，对于滑艇纵向构件的压缩许用应力 $[\sigma_p] = 0.24\sigma_{pnu}$ ； σ_{pnu} 为层板的极限压缩强度，N/mm²；

(3) 对于单板的许用剪切应力的 $[\tau] = 0.25\tau_u$ ， τ_u 为层板的极限剪切强度，N/mm²，对于夹层板的许用剪切应力 $[\tau] = 0.5\tau_{cr}$ ， τ_{cr} 为夹层板面板的临界剪切应力，N/mm²， τ_{cr} 取下列二式计算值中的小者：

$$\begin{aligned}\tau_{cr} &= 0.3(E_f^{45^\circ} E_c G_c)^{1/3} && \text{N/mm}^2 \\ \tau_{cr} &= 0.4\gamma G_c && \text{N/mm}^2\end{aligned}$$

式中： $E_f^{45^\circ}$ ——夹层板面板沿 45° 方向的压缩弹性模量，N/mm²；

E_c ——芯材的压缩弹性模量，N/mm²；

G_c ——芯材的剪切弹性模量，N/mm²；

γ ——同 4.6.4.1。

4.8.10 船体刚度

4.8.10.1 水翼船船中剖面惯性矩 I 应满足下式要求：

$$I > 10.88 \frac{\Delta l_k^2}{E} \times 10^6 \quad \text{cm}^4$$

式中： l_k ——前后水翼的间距，m；

E ——船体材料的弹性模量，N/mm²。

4.8.10.2 纤维增强塑料为船体结构材料的高速船，其船中剖面惯性矩 I 应满足下式要求：

$$I > 4.0W_0L \quad \text{cm}^4$$

式中： $W_0 = \frac{M}{[\sigma]}$ ，cm³；

其中： M ——按 4.8.2、4.8.3 和 4.8.4 条确定的最大总纵弯矩，kN·m；

$[\sigma]$ ——4.8.9.2 中 $[\sigma_p]$ 和 $[\sigma_b]$ 的小者，N/mm²。

第 9 节 构件稳定性

4.9.1 一般要求

4.9.1.1 对铝质船体和钢质船体的船底板、甲板板和舷侧外板及其纵向骨材均应进行总纵弯曲情况下的稳定性校核。但对按 4.8.1.1 可免于校核船体总纵强度的船舶，其构件的纵向稳定性可免于校核。

4.9.1.2 按 4.8.1.1 可免于校核船体总纵强度的船舶，如船体材料采用高强度钢，其构件的纵向稳定性仍应校核。

4.9.1.3 对于铝质或钢质船体结构的多体船连接桥结构的横向骨材应进行总横弯曲情况下的稳定性校核。

4.9.1.4 对具有夹层结构的纤维增强塑料船体应对其承受压力的夹层面板进行稳定性校核。

4.9.2 金属矩形平板

4.9.2.1 船底板和甲板板的理论屈曲应力 σ_E 由下式计算：

$$\sigma_E = 0.9K_c E \left(\frac{t}{s}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

式中： E ——材料弹性模数

$$E = 0.69 \times 10^5 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{对铝板}$$

$$E = 2.06 \times 10^5 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{对钢板}$$

t ——板厚，mm；

s ——板格短边长度，mm；

K_c ——系数，按板格受压方向取值：

如板格受压方向与板格长边方向一致，取 $K_c = 4.0$ ；

如板格受压方向与板格长边方向垂直，取 $K_c = C \left[1 + \left(\frac{s}{\ell} \right)^2 \right]^2$ ，

其中： ℓ ——板格长边长度，mm；

$C=1.21$ 板格长边的次要骨材是角钢/铝或 T 型材；

$C=1.10$ 板格长边的次要骨材是球扁钢/铝；

$C=1.05$ 板格长边的次要骨材是扁钢/铝。

4.9.2.2 舷侧外板的理论屈曲应力 σ_E 由下式计算：

$$\sigma_E = \frac{7.56}{\varphi + 1.1} E \left(\frac{t}{s}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

式中： E 、 t 、 s ——同 4.9.2.1；

φ ——应力分布系数（板的上边应力为 σ ，下边为 $\varphi\sigma$ ）， $0 \leq \varphi \leq 1$ 。

4.9.2.3 板的临界屈曲应力 σ_{cr} 由下式计算：

$$\sigma_{cr} = \sigma_E \quad \sigma_E \leq \frac{\sigma_s}{2}$$

$$\sigma_{cr} = \sigma_s \left(1 - \frac{\sigma_s}{4\sigma_E}\right) \quad \sigma_E > \frac{\sigma_s}{2}$$

式中： σ_E ——理论屈曲应力，同 4.9.2.1，N/mm²；

σ_s ——材料的屈服强度，N/mm²。取 0.2% 变形时的屈服强度，且不大于 70% 抗拉强度。

4.9.2.4 板的计算压应力 σ_d 应不大于按下式计算所得的许用临界屈曲应力 $[\sigma_{cr}]$ ：

$$[\sigma_{cr}] = \eta \sigma_{cr} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： η ——稳定性安全因子，当 $s/t \leq 60$ 时， $\eta = 0.8$ ； $60 < s/t \leq 120$ 时， $\eta = 0.9$ ；中间值可用插入法确定；
 s ——板格短边长度，mm；
 t ——板厚，mm。

4.9.2.5 如板格的理论屈曲应力 $\sigma_E < \sigma_s/2$ ，则允许计算压应力 σ_d 超过临界屈曲应力 σ_{cr} ，但不得大于按下式计算的板格平均极限应力 σ_u 的 0.8 倍：

$$\sigma_u = (1 - 2C)\sigma_E + C\sigma_s$$

式中： σ_E 、 σ_s ——同 4.9.2.3；

C ——系数，如板格受压方向与板格长边方向一致，取 $C = 0.375$ ，如板格受压方向与板格长边方向垂直，取 $C = 0.75/(\ell/s + 1)$ 。其中 ℓ 为板格长边， s 为板格短边。

4.9.3 金属骨材

4.9.3.1 带板的骨材的理论屈曲应力 σ_E 按下式计算：

$$\sigma_E = C \frac{\pi^2 E I}{l^2 A} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： I ——连同带板的剖面惯性矩， cm^4 ；

A ——连同带板的剖面面积， cm^2 ；

l ——纵向受压时，为纵骨或纵桁的跨距，横向受压时，为横骨或强横梁的跨距，cm；

E ——材料弹性模数，同 4.9.2.1；

C ——骨材端点的固定系数，端点处如有足够尺寸的肘板，可认为该端点刚性固定，如无肘板则认为该端点简支。

两端简支： $C = 1$

一端简支，一端刚性固定： $C = 2$

两端刚性固定： $C = 4$

计算主要骨材的剖面惯性矩 I 和剖面面积 A 时，对于纵桁应计入其带板有效宽度上的纵骨的 50% 剖面积，对强横梁应计入其带板有效宽度上的横骨的 50% 剖面积。

4.9.3.2 计算 4.9.3.1 中的剖面惯性矩 I 和剖面面积 A 时的带板宽度，应用减缩后的有效宽度 b_e ，对于纵骨 / 横骨和纵桁 / 强横梁分别按下式规定计算：

(1) 纵骨 / 横骨带板：

$$b_e = (0.44 + 0.56 \frac{[\sigma_{cr}]}{\sigma_s})s \quad \text{mm}$$

但 b_e 值不应大于 $0.8s$ 。

式中： s ——同 4.9.2.1；

σ_s ——同 4.9.2.2；

$[\sigma_{cr}]$ ——系按 4.9.2.3 求得的 σ_{cr} 乘以 0.8 而得，计算时公式中的 σ_E 按下式计算：

$$\sigma_E = 11.5E\left(\frac{t}{s}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

(2) 纵桁 / 强横梁带板 :

$$b_e = Cb \quad \text{mm}$$

式中 : b ——纵桁 / 强横梁支承面积的平均宽度, mm ;

C ——系数, 按表 4.9.3.2(2) 确定。

系数 C

表 4.9.3.2(2)

$r \backslash a/b$	0	1	2	3	4	5	6	> 7
≥ 6	0.00	0.38	0.67	0.84	0.93	0.97	0.99	1.00
5	0.00	0.33	0.58	0.73	0.84	0.89	0.92	0.93
4	0.00	0.27	0.49	0.63	0.74	0.81	0.85	0.87
≤ 3	0.00	0.22	0.40	0.52	0.65	0.73	0.78	0.80

注 : r ——纵桁 / 强横梁跨距上等间距支承的数量 ;

a ——纵桁 / 强横梁的计算跨距, mm, 计取如下 :

$$a = l - h \quad \text{两端简支}$$

$$a = 0.6(l - h) \quad \text{两端刚性固定}$$

式中 : h ——纵桁 / 强横梁腹板高度, mm ;

l ——纵桁 / 强横梁跨距, mm。

上述端点边界可根据 4.9.3.1 规定判别。

4.9.3.3 纵桁 / 强横梁的面板和腹板的理论屈曲应力 σ_E 分别按下式计算 :

(1) 面板 :

$$\sigma_E = 0.38E\left(\frac{t_f}{b_f}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

式中 : t_f ——面板厚度, mm ;

b_f ——纵桁 / 强横梁的面板宽度, mm ;

对 T 型材取面板宽度的一半。

对于纵桁 / 强横梁, 如面板较长, 可在跨度内装设防倾肘板, 此时面板的理论屈曲应力 σ_E 按下式计算 :

$$\sigma_E = 0.38E\left(\frac{t_f}{b_f}\right)^2 + 0.9E\left(\frac{t_f}{l_f}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

式中 : l_f ——肘板间的面板跨距, mm。

(2) 腹板 :

$$\sigma_E = 3.8E\left(\frac{t}{h}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

式中 : t ——腹板厚度, mm ;

h ——腹板高度, mm。

4.9.3.4 纵骨/横骨、纵桁/强横梁以及纵桁/强横梁的面板与腹板的临界屈曲应力按 4.9.2.3 方法计算。

4.9.3.5 纵骨/横骨以及纵桁/强横梁的面板与腹板的许用临界屈曲应力按 4.9.2.4 方法计算。

4.9.3.6 纵桁/强横梁的许用临界屈曲应力 $[\sigma_{cr}]$ 按下式计算：

$$[\sigma_{cr}] = \eta \sigma_{cr}$$

式中： σ_{cr} ——临界屈曲应力，见 4.9.3.4；

η ——稳定性安全因子，按下式计算：

$$\eta = \frac{K}{1 + \frac{l}{r}}$$

但 η 值不必小于 0.3。

式中： K ——系数一般取 0.7，如设计载荷主要是动载荷，则取 0.6；

r ——纵桁/强横梁剖面惯性半径，cm；

l ——纵桁/强横梁的跨距，m。

4.9.3.7 受压骨材的计算压应力 σ_d 应不大于按 4.9.3.5 和 4.9.3.6 确定的许用临界屈曲应力。 σ_d 按下式计算：

$$\sigma_d = 10 \frac{P}{A} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： P ——骨材承受的压力，kN；

A ——骨材连同带板的剖面积，cm²。

4.9.4 纤维增强塑料夹层板

4.9.4.1 芯材为聚氨酯 (PU) 泡沫塑料的夹层板的面板临界屈曲应力 σ_{cr} 取以下两式计算值中小者：

$$\begin{aligned} \sigma_{cr} &= 0.5(E_f E_c G_c)^{1/3} && \text{N/mm}^2 \\ \sigma_{cr} &= 1.39\gamma^{0.639} G_c && \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

式中： E_f ——面板的压缩弹性模量，N/mm²；

E_c ——芯材的压缩弹性模量，N/mm²；

G_c ——芯材的剪切弹性模量，N/mm²；

γ ——同 4.6.4.1。

4.9.4.2 芯材为聚氯乙烯 (PVC) 泡沫塑料的夹层板的面板临界屈曲应力取以下两式计算值中小者：

$$\begin{aligned} \sigma_{cr} &= 0.5(E_f E_c G_c)^{1/3} && \text{N/mm}^2 \\ \sigma_{cr} &= 1.52\gamma^{0.585} G_c && \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

式中： E_f 、 E_c 、 G_c 、 γ 均与 4.9.4.1 同。

4.9.4.3 以上两种夹层面板的计算压应力应不大于按 4.9.4.1 和 4.9.4.2 算得的临界屈曲应力 σ_{cr} 的 0.3 倍, 也不应大于面板极限压缩强度 σ_{pmu} 的 0.3 倍。

4.9.4.4 胶合板芯的夹层板的极限压缩强度 σ_{pmu} 按下式计算:

$$\sigma_{pmu} = 0.15(E_f E_c G_c)^{1/3} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: E_f 、 E_c 、 G_c 均与 4.9.4.1 同。

4.9.4.5 胶合板芯夹层板的计算压应力应不大于其极限压缩强度 σ_{pmu} 的 0.6 倍。

第 10 节 直接计算

4.10.1 一般要求

4.10.1.1 下列高速船的船体结构除需满足规范规定的最小板厚外, 还应按本规范附录 2 或附录 3 要求, 进行全船结构强度的直接计算验证:

- (1) 船长大于 50m 的单体船和常规双体船;
- (2) 穿浪船;
- (3) 新颖的、或特殊结构类型的高速船。

对下列复合材料船高速船的船体结构除需满足规范规定的最小板厚外, 还应按本规范附录 3 的要求, 进行全船结构强度的直接计算验证:

- (1) 船长大于 30m 的单体船;
- (2) 穿浪船;
- (3) 双体船;
- (4) 新颖的、或特殊结构类型的高速船。

4.10.1.2 对于承受较大局部载荷的结构, 如车辆甲板、直升机平台结构等, 应进行局部强度直接计算分析。

4.10.1.3 对于船长和船型符合 4.10.1.1 规定, 但在遮蔽营运限制或平静水域营运限制条件下航行的高速船, 经 CCS 同意, 可视海况决定是否需采用直接计算法进行全船结构强度评估。

4.10.1.4 直接计算应基于附录 2 或附录 3 所定义的载荷及组合工况和许用应力。

4.10.1.5 结构分析应使用公认的结构有限元计算程序。

4.10.1.6 对于通过直接计算法确定船体结构构件尺寸的, 应提供详细的直接计算说明, 包括载荷、计算模型及边界条件等。

4.10.2 送审文件

4.10.2.1 送审的直接计算文件应按照如下要求编制:

- (1) 提交直接计算文件所依据的图纸资料目录;
- (2) 直接计算报告, 至少应包括以下内容:

- ① 计算目标和计算条件的说明;
- ② 计算使用的软件;

- ③ 计算模型的详细说明，包括所作的简化处理、结构模型范围及模型化方法、构件厚度、边界条件等及模型的图形显示；
- ④ 载荷计算的依据、主要数值、分布及工况组合的说明；
- ⑤ 如属由模型试验得出的计算载荷，则应提交完整详细的模型试验资料和载荷计算方法，并经本社同意；
- ⑥ 各个工况下的计算结果，包括结构位移图及其数据、各个区域的应力分布图及其主要构件应力值、构件最大屈服、屈曲应力汇总表、工作应力与许用应力比值和校核结论。

第 11 节 船体振动

4.11.1 一般要求

4.11.1.1 高速船在满载航行情况下，应无强烈的总振动和船壳（外板、甲板等）的局部振动。尤应注意螺旋桨邻近区域内船底板材，以及主机和风机区域内的板材，以避免剧烈振动引起结构损伤，妨碍机器和设备的正常运行及影响船员工作，乘客的舒适性。

4.11.1.2 船体振动可参照 CCS《船上振动控制指南》或其他有效方法计算。也可通过实船测试检验船体振动情况。

4.11.1.3 本节要求不作为入级条件。

第 12 节 金属船体结构的焊缝设计

4.12.1 一般要求

4.12.1.1 本节规定适用于金属材料制成的高速船的一般船体结构和构件的焊缝设计，特殊结构应另行考虑。

4.12.1.2 钢质高速船船体结构的焊缝设计应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章第 4 节的规定。

4.12.1.3 铝质高速船一般船体结构的焊缝设计应按照本节以下的规定，特殊结构应另行考虑。船体结构的焊接工艺应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

4.12.1.4 对于主船体为钢质，上层建筑 / 甲板室为铝合金的混合船体结构高速船，铝质上层建筑 / 甲板室围壁与钢质船体的上甲板之间，应采用本社认可的铝—钢过渡接头连接。

4.12.2 铝合金焊接结构设计一般原则

4.12.2.1 接缝的布置应注意结构的连续性，并使整个结构的拘束度降至最小。同时应考虑便于焊接与铆接施工以及检查的方便。

4.12.2.2 应当避免将船体结构的接缝设计在应力最大或易产生应力集中的区域。结构截面突变处应有足够的过渡区域，尽量避免接缝过分集中。

4.12.2.3 下列结构处通常应采用双面连续焊缝：

- (1) 中桁材与平板龙骨的连接焊缝；
- (2) 机器基座与支撑结构的连接焊缝；
- (3) 油密、水密结构周界的连接焊缝；
- (4) 舵机处所有结构的连接焊缝；
- (5) 处于冲击区域内的底部和首部结构焊缝；
- (6) 扶强材、支柱、横撑材和桁材的支承及端部的连接焊缝；
- (7) 螺旋桨上方处，至少为螺旋桨直径的 1.5 倍的半径区域范围内的所有构件连接焊缝；
- (8) 肘板与邻接桁材或其他结构部件的连接焊缝；
- (9) 承受较大剪应力的桁材腹板端部的连接焊缝；
- (10) 肘板与舱壁板的连接焊缝。

4.12.2.4 当采用钢铝成形接头时，应考虑接头的承载能力，尽量减少成形接头的正应力水平。

4.12.2.5 焊接铝合金的填充材料的强度、延性和抗蚀性能应与原材料相匹配。

4.12.3 对接焊缝的设计

4.12.3.1 对接焊缝一般均应为全焊透焊缝。对承受较低应力的结构，在双面焊接无法实施时，在保证质量的前提下，经 CCS 同意允许单面垫板焊接。

4.12.3.2 当全焊透焊缝采用弧焊方法进行焊接时，板厚在 5mm 以下可以不开坡口焊接；8mm 以上应开坡口焊接；坡口角度一般为 $60 \sim 90^\circ$ ；钝边为 1.5 ~ 3mm；间隙在 0 ~ 4mm 之间。

4.12.4 搭接焊缝和定位焊缝的设计

4.12.4.1 搭接接头通常不能用于传递拉伸或压缩载荷的构件的连接。必须使用搭接接头时，应使两板具有适当的搭接宽度。

4.12.4.2 定位焊缝的间距一般不大于板厚的 20 倍，焊缝长度至少为板厚的 4 倍。在角部、端部及受力较大或应力集中的部位应避免设置定位焊。

4.12.5 角接焊缝的设计

4.12.5.1 角接焊缝的形式可为 T 型接头或十字形接头，且通常均应是双面焊缝（如图 4.12.5.1(a) 所示）。两种接头形式又可分为双面连续焊、双面间断焊和交错间断焊（如图 4.12.5.1(b) 所示）。

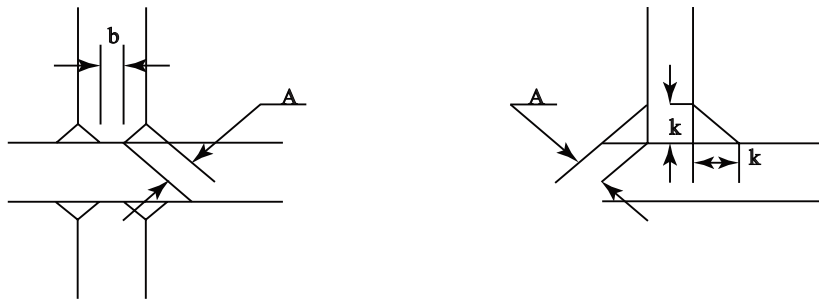


图 4.12.5.1(a)

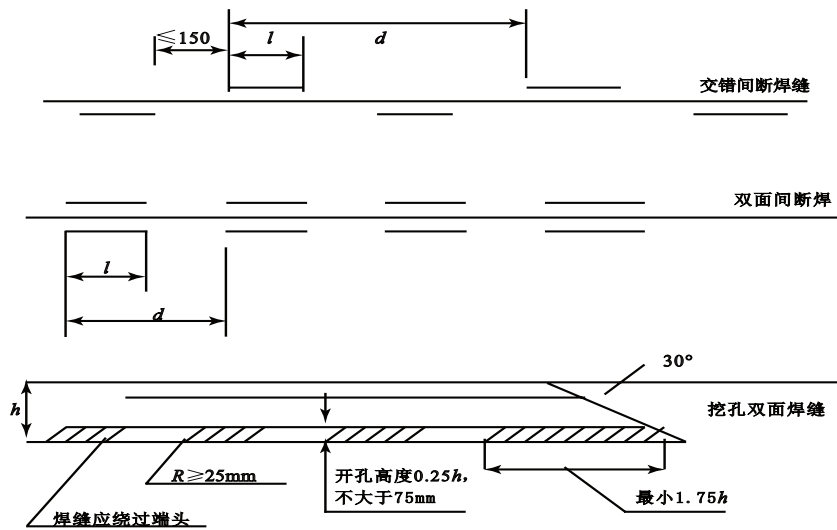


图 4.12.5.1(b)

4.12.5.2 对承受较高应力的角焊缝可采用立板开坡口的深熔焊，甚至采用全焊透的双面角焊缝。在中等应力条件下允许采用链式间断焊或交错间断焊。若采用单面角焊缝，应经 CCS 同意。

4.12.5.3 要求双面连续焊的角焊缝，其焊喉厚度 h 值应不小于按下式计算之值：

$$h = Wt \quad \text{mm}$$

式中： W ——焊接系数，船体结构的焊接系数规定在表 4.12.5.3 中；

t ——构件的最小厚度，mm；指角焊缝连接的构件中较簿一块板的厚度。

当采用深熔焊时，焊喉厚度可以降低 10%；但降低值不大于 1.5mm。

4.12.5.4 当采用间断焊时，其焊喉厚度 h_1 值应按下式计算：

$$h_1 = hd/l \quad \text{mm}$$

式中： d ——焊缝节距，mm，指间断焊缝中前一条焊缝的起始处至后一条焊缝的起始处的长度；

l ——焊缝长度，mm，指焊缝的连续长度，但不小于 15 倍板厚或 75mm，取其较小值。

表 4.12.5.3

项 目	焊接系数	备 注
(1) 一般结构		
水密或油密周界	0.34	允许间断焊
非密性板材的周界	0.13	
一般的搭接焊缝	0.27	在液舱处取为 0.13
纵骨、肋骨、横梁和其他扶强构件	0.10	在端部连接处为 0.21
对外板、甲板或舱壁板		
(2) 底部结构		
非密性中桁材对甲板	0.27	
对底板	0.21	不能挖孔
非密性肋板、旁桁材和肘板的周界	0.21	
内底纵骨或主机座纵桁对面板	0.44	连续焊
对船体结构	0.44	连续焊
螺旋桨毂部位	0.27	
(3) 船体骨架		
腹板框架的腹板和纵桁对外板	0.13	
对面板	0.13	
(4) 甲板与支承结构		
露天甲板对外板	0.44	连续焊
其他甲板对外板或舱壁板	0.21	连续焊
(作为液舱周界的除外)		
纵桁腹板对甲板以及端部肘板对甲板	0.10	
在端部肘板处纵桁腹板对甲板	0.21	连续焊
纵桁面板对腹板	0.10	
(5) 上层建筑、甲板室和围蔽处所		
外围壁与甲板的连接	0.34	
内围壁处	0.13	

4.12.5.5 填角焊缝的焊脚高度 k 应不小于按下式计算所得之值：

$$k = \sqrt{2}h \quad \text{mm}$$

不论采用何种焊缝形式和焊接方法，角焊缝的焊脚高度均不得小于 3mm，也不必超过较簿构件厚度的 1.5 倍。间断焊缝的焊脚高度一般不必大于 7mm。

4.12.5.6 在采用间断焊时，对下列部位的包角焊缝的规定长度内应采用双面连续角焊缝：

- (1) 肘板趾端的包角焊缝长度应不小于连接骨材的高度，且不小于 75mm；
- (2) 型材端部，特别是短型材的端部削斜时，其包角焊缝的长度应为型材的高度或不小于削斜长度，取大者；
- (3) 各种开孔、切口处端部和所有相互垂直的连接构件的垂直交叉处，应不小于 75mm。

4.12.5.7 当结构构件穿过液舱舱壁时，在舱壁两面至少应有长度不小于 75mm 的双面全焊透角焊缝。

第 13 节 结构防腐

4.13.1 适用范围

4.13.1.1 本规定适用于钢、铝合金结构及纤维增强塑料高速船用材的防腐保护。

4.13.1.2 高速船铝合金船体的防腐保护应采用涂料、胶布和牺牲阳极、外加电流保护装置等方法。

4.13.1.3 钢质高速船船体结构的防腐保护应符合本节的要求和 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章第 6 节的有关规定。

4.13.2 铝合金船体的防腐涂料

4.13.2.1 用于铝合金船体的防腐涂料应经本社认可。

4.13.2.2 涂料的化学成份应与铝合金相适应，其中不得含有铜、铅、汞或其他能导致铝合金产生电化学腐蚀或其他类型腐蚀的成份。拟用于防止电化学腐蚀的绝缘涂料，不得含有石墨或其他导电材料。

4.13.2.3 涂料应按制造厂的产品说明书使用。被涂覆表面，包括焊缝和边角，应进行适当的清洁和化学处理。涂覆时，金属表面温度应高于露点 3℃ 以上。涂层应无空隙、划痕或其他易于引起局部腐蚀的有害缺陷。此外，厂方还应提供涂层的组成、涂层的厚度、干燥时间、涂覆间隔以及涂覆时金属表面的干湿状况等技术资料以供审核。

4.13.3 铝合金与其他金属接触面的防腐

4.13.3.1 对于铝合金船体结构，应采取适当的措施，如采用橡胶或绝缘胶布（无捻不吸水）和镀锌铁片将其与其他金属分隔，以避免直接接触。使用其他类型的绝缘胶布应提交本社认可。

4.13.3.2 钢质与铝质材料连接时，应采用同一铝基漆，禁止使用红丹漆。

4.13.3.3 钢质与铝质材料连接采用铆接时，应采用铝材在外即顺水铆接形式，并用铝质铆钉。

4.13.3.4 对非铝合金管系，应采取适当的措施，如特殊的管子架，防止其与铝合金船体之间存在电回路。在管道通过舱壁板、甲板、舱顶板和船壳等有水密要求的结构时，应采用特殊的贯通件，以保证非铝合金管道与铝合金绝缘。

4.13.3.5 对于机座、泵座、螺旋桨轴、舵等非铝合金部件的支承部位，应采用非金属的支承隔层、不导电的衬垫材料以及合适的胶布（无捻不吸水）、涂层等与铝合金船体绝缘。

4.13.4 铝合金与非金属接触的防腐

4.13.4.1 应当采用适当的涂料或包覆，防止与铝合金直接接触的木材或绝缘材料中的杂质对铝合金的腐蚀。

4.13.4.2 任何用于粘结铝合金与绝缘材料的粘结剂中不得含有对铝合金有腐蚀作用的成份。用于绝缘的泡沫塑料中不得含有对铝合金有害的成份，如氟利昂等。

4.13.4.3 对于经常有污垢和灰尘积聚的地方，应采用涂层或其他方法，以防止铝合金产生点蚀。

4.13.5 潮湿环境下的防腐

4.13.5.1 应采取适当的舱室布置，以避免在潮湿处产生的铝合金缝隙腐蚀。在可能产生剥离腐蚀的舳部、锚链舱等处，所使用的铝合金应经过适当的热处理，使具有抗剥离腐蚀的能力。

4.13.6 高温环境下的防腐

4.13.6.1 对于 60℃ 以上的工作环境，应使用特别指定在该温度下工作的铝合金和焊接材料。

4.13.7 漏电流的保护

4.13.7.1 船舶在坞内时，应防止焊接等电流对铝合金船体产生不利影响。交流电应与船体绝缘。直流电应尽量避免接地于铝合金船体。当出于安全考虑必须接地时，应将负极接于船体。

4.13.8 阴极保护

4.13.8.1 应考虑使用牺牲阳极或外加电流对铝合金船体结构进行保护。

4.13.8.2 牺牲阳极的材料、数量、尺寸、位置及其固定方式等详细资料应提交本社审查。对于外加电流保护系统，应采取措施以防止过保护，并应提供阳极类型、电压、布置等资料供本社审查。必要时，验船师可要求进行电位试验。

4.13.8.3 阴极保护系统一般应保证至少 5 年的服役期。年检时如发现有必要，可以进行更新或修补。

4.13.9 钢结构的防腐

4.13.9.1 所有钢结构的表面，除油舱内壁外，均应进行防腐涂覆，涂覆可根据涂料的产品说明书进行。

4.13.10 纤维增强塑料船的防腐设计

4.13.10.1 对纤维增强塑料材料建造的船体，与其连接的金属件应采取合适的防腐措施。

第5章 舾装

第1节 舵设备

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 本节规定适用于悬挂式的流线型水舵(包括襟翼舵)和单板水舵。

5.1.1.2 对于空气舵、喷射器等其他型式控制高速船航向的设备应特殊考虑。

5.1.1.3 舵面积应保证在只有一台主机工作情况下仍能保持船的稳定航向。

5.1.1.4 本节规定适用于屈服强度 σ_s 为235N/mm²的普通碳素钢,如采用其他钢材,构件尺寸可按材料系数 f_1 作相应换算。换算所用的材料系数 $f_1 = \left(\frac{\sigma_s}{235}\right)^a$ 。其中 σ_s 为所用钢材的屈服强度, N/mm²。

当 $\sigma_s > 235\text{N/mm}^2$ 时,取 $a = 0.75$,当 $\sigma_s \leq 235\text{N/mm}^2$ 时,取 $a = 1$ 。

5.1.1.5 舵杆、键以及螺栓等的锻钢件材料的抗拉强度一般不可低于400N/mm²或高于900N/mm²。舵设备材料尚应符合CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

5.1.2 舵力

5.1.2.1 5.1.1.1规定的水舵(除襟翼舵外)的舵力 F 可按下式计算:

$$F = 0.145KA V^2 \quad \text{kN}$$

式中: A ——舵面积, m²;

V ——计算航速,取2.1.3.1(30)定义的营运航速的0.9倍, kn;

K ——系数,按下式计算:

$$K = \frac{\lambda + 2}{3}$$

其中: λ ——舵叶的展舷比,按下式计算:

$$\lambda = \frac{2l_1}{C_1 + C_2}$$

其中: l_1 、 C_1 和 C_2 见图5.1.2.1,其单位均为m;

λ 应取不大于2。

5.1.2.2 位于螺旋桨尾流之外的舵所受的舵力为按5.1.2.1公式算得舵力的0.8倍。

5.1.2.3 船倒车时舵上所受力为按5.1.2.1公式算得舵力的0.8倍,但公式中的 V 应取该船最大倒车航速。

5.1.2.4 襟翼舵的舵力应按 CCS《钢质海船入级规范》的相应规定。

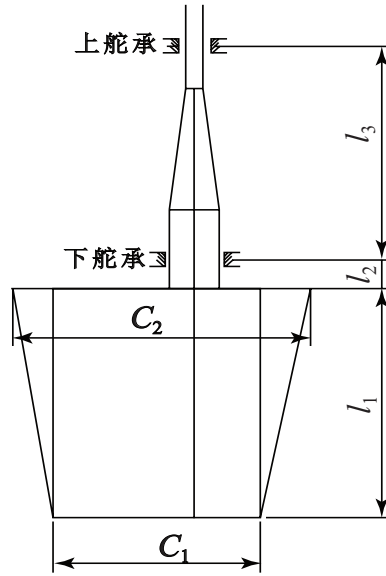


图 5.1.2.1

5.1.3 舵杆

5.1.3.1 舵杆扭矩 M_T 可按下式计算：

$$M_T = FR \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中： F ——舵力，kN，按 5.1.2 计算；

R ——臂距，m，按下式计算：

$$R = C(\alpha - \beta), \text{m}$$

正车时， $R_{\min} = 0.1C$

其中： C ——舵叶平均宽度，m；按下式计算：

$$C = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)$$

C_1 、 C_2 ——见图 5.1.2.1；

α ——系数，正车时取 0.33，倒车时取 0.66。对襟翼舵应特殊考虑，如不能提供试验数据，正车时取 0.40，倒车时取 0.66；

β —— A_f/A ，其中 A_f 为舵杆中心线前方的舵叶面积， m^2 ， A 为舵面积， m^2 。

5.1.3.2 下舵承处舵杆弯矩 M_B 可按下式计算：

$$M_B = F \left[l_2 + \frac{l_1(2C_1 + C_2)}{3(C_1 + C_2)} \right] \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中： F ——舵力，kN，按 5.1.2 计算；

l_1 、 l_2 、 C_1 、 C_2 见图 5.1.2.1，单位均为 m。

5.1.3.3 舵杆在下舵承处直径 D_1 和上舵承处直径 D_2 可分别按下式计算：

$$D_1 = 42 \times \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3} \left(\frac{M_B}{M_T} \right)^2} \times \sqrt[3]{\frac{M_T}{f_1}} \quad \text{mm}$$

$$D_2 = 42 \times \sqrt[3]{\frac{M_T}{f_1}} \quad \text{mm}$$

以上计算公式同样适用于单板舵的舵杆。

5.1.3.4 设计舵杆时，还应考虑到在船最大倒车航速时使用舵而不致损坏。

5.1.3.5 下舵承以上的舵杆直径应尽可能保持与下舵承处的舵杆直径一致，然后可逐渐减小至舵柄处的直径，但锥体长度应不小于直径差额的 3 倍。

5.1.4 流线型舵（包括襟翼舵）的舵叶

5.1.4.1 舵叶的外板（包括旁板、顶板、底板）厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = \frac{5.5}{\sqrt{f_1}} CS \sqrt{d + \frac{0.1F}{A}} + t_1 \quad \text{mm}$$

式中： C ——系数，按下式计算：

$$C = \left(1.1 - 0.25 \frac{s}{b} \right)^2, \quad C \text{ 取不大于 } 1.0;$$

d ——使用该舵叶的最大设计吃水，m；

S ——舵叶旁板板格的短边长度，m；

b ——舵叶旁板板格的长边长度，m；

$t_1 = 2$ 当采用普通钢时， $t_1 = 0$ 当采用不锈钢时。

5.1.4.2 舵叶内设置的水平隔板和垂直隔板的厚度应不小于舵旁板厚度的 0.7 倍。

5.1.4.3 舵叶内部应涂以防锈涂料。舵的上、下部应有排泄孔，并配有不锈钢制成的栓塞。

5.1.5 单板舵舵叶

5.1.5.1 舵叶板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = (1.7eV + 2.5) \frac{1}{\sqrt{f_1}} \quad \text{mm}$$

式中： e ——单板舵叶水平扶强材的间距，m， e 应不超过 1.0m；

f_1 ——舵叶材料系数，见 5.1.1.4；

V ——计算航速，见 5.1.2.1。

5.1.6 舵杆和流线型舵叶的连接

5.1.6.1 舵杆和舵叶用水平法兰连接

(1) 连接法兰的螺栓直径 d_b 应不小于按下式计算所得之值：

$$d_b = 0.62 \sqrt{\frac{f_{1s} D_1^3}{f_{1b} n l_b}} \quad \text{mm}$$

式中： f_{1b} ——螺栓材料系数；

f_{1s} ——舵杆材料系数；

n ——螺栓总数，至少应有 6 个；

l_b ——螺栓中心至螺栓系中心的平均距离，mm；

D_1 ——下舵承处舵杆直径，mm。

(2) 螺栓中心至法兰中心的平均距离应不小于 $0.9D_1$ ；

(3) 螺栓孔外侧的材料宽度应不小于 $0.67d_b$ ；

(4) 连接法兰的螺栓应为绞孔螺栓，应采取有效设施将螺母安全固紧；

(5) 连接法兰的厚度 t 应不小于按下列二式计算值中大者：

$$t = d_b \sqrt{\frac{f_{1b}}{f_{1f}}} \quad \text{mm}$$

$$t = 0.9d_b \quad \text{mm}$$

式中： f_{1f} ——法兰材料系数；

f_{1b} ——螺栓材料系数。

(6) 如果舵杆与水平法兰采用焊接连接时，则应在整个接合面焊透。

5.1.6.2 舵杆和舵叶用键和螺母锥形连接：

(1) 插入舵叶内的舵杆下端圆锥体的锥度为 $1/8 \sim 1/12$ ，锥体长度应不小于 $1.5D_1$ ；

(2) 锥形连接上应装有键。键应设置在舵的前后方向上。键的剪切面积 A_s 应不小于按下式计算所得之值：

$$A_s = \frac{16M_{TS}}{D_s \sigma_s} \times 10^3 \quad \text{cm}^2$$

式中： M_{TS} ——舵杆的设计屈服扭矩，kN·m；

D_s ——舵杆锥体装键处的平均直径，mm；

σ_s ——键材料的屈服强度，N/mm²。

(3) 舵杆的设计屈服扭矩 M_{TS} 可按下式计算：

$$M_{TS} = 26.64 D_2^3 f_1 \times 10^{-6} \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中： D_2 ——按 5.1.3.3 算得的舵杆上舵承处直径，mm，如果实际直径大于 D_2 ，应取实际直径，但不必大于 $1.15D_2$ ；

f_1 ——舵杆材料系数。

(4) 键与舵杆或者键与舵叶内承间的接触面积 A_a 应不小于按下式计算所得之值：

$$A_a = \frac{0.3A_s}{f_1} \quad \text{cm}^2$$

式中： f_1 ——应取键、舵杆、舵叶内承三者材料系数中最小者。

(5) 舵杆最下端应用螺母紧固。该螺母螺纹外径应不小于 $0.65D_1$ 。螺母长度应不小于其螺纹外径的 0.6 倍。螺母应有开口销或其他措施可靠止动。

5.1.7 舵杆和单板舵舵叶的连接

5.1.7.1 舵杆至少应伸至舵叶高度之半处。

5.1.7.2 舵杆与舵叶的焊接应符合 CCS《材料与焊接规范》的要求。

5.1.8 舵承

5.1.8.1 舵承的支承面积 $A_b = D_{11}h_b$ ，该面积应符合下式：

$$A_b \leq \frac{P}{[P]} \times 10^6 \quad \text{mm}^2$$

式中： D_{11} ——舵承衬套处的舵杆直径，mm；

h_b ——舵承接触的高度，mm；

P ——舵承上的接触反力，kN，上、下舵承的反力 P 可按下式计算：

$$\text{上舵承} \quad P = \frac{M_B}{l_3} \quad \text{kN}$$

$$\text{下舵承} \quad P = F + \frac{M_B}{l_3} \quad \text{kN}$$

其中： M_B ——作用在舵杆上的弯矩，kN·m，可按 5.1.3.2 计算；

l_3 ——上、下舵承中心线间距，m，见图 5.1.2.1；

F ——作用在舵杆上的舵力，kN，可按 5.1.2 计算；

$[P]$ ——舵承能承受的最大许用压强，kN/m²，取决于舵杆与舵承接触面的材料：

$[P] = 7000 \text{ kN/m}^2$ 钢与不锈钢或青铜

$[P] = 4500 \text{ kN/m}^2$ 钢与白合金(油润滑)

$[P] = 5500 \text{ kN/m}^2$ 钢与肖氏硬度^①60~70 的合成材料(水润滑)

$[P] = 2500 \text{ kN/m}^2$ 钢或青铜与铁犁木

① 肖氏硬度试验应在 23℃ 及相对湿度 50% 情况下，按公认的标准进行。合成材料应是认可型的。

5.1.8.2 舵承衬套厚度 t 应不小于下式计算之值：

$$t = 0.32 \sqrt{P} \quad \text{mm}$$

式中： P ——舵承上的反力，kN，按 5.1.8.1 计算；

t 一般不小于 8 mm。对于铁犁木衬套，最小厚度为 22 mm。

5.1.8.3 舵承衬套外侧厚度应不小于该处舵杆直径的 1/4。

5.1.8.4 舵承的径向间隙 δ 应不小于按下式计算所得之值：

$$\delta = 0.001d_{b1} + 1 \quad \text{mm} \quad \text{对于金属舵承}$$

$$\delta = 0.002d_{b1} + 1 \quad \text{mm} \quad \text{对于合成材料的舵承}$$

式中： d_{b1} ——舵承衬套内径，mm。

第 2 节 锚泊及系泊设备

5.2.1 舳装数

舳装数 N 应按下式计算：

$$N = (\Delta^{2/3} + 2BH + \frac{A}{10})K$$

式中： Δ ——满载时排水量，t；

B ——见 2.1.3.1(23) 定义，m；

H ——从相应于 Δ 的水线向上量至最高层宽度大于 $B/4$ 的甲板室顶的有效高度，m；由下式计算：

$$H = a + \sum h_i \sin \theta_i$$

a ——船中处相应于 Δ 的水线至上甲板的垂向距离，m；

h_i ——宽度大于 $B/4$ 的各层甲板室高度，m；

A ——相应于 Δ 的水线以上的船体和宽度超过 $B/4$ 的各层甲板室的侧投影面积， m^2 ；

θ_i ——相应于 h_i 的甲板室前端壁的后倾角（与水平线夹角）， $(^\circ)$ ；

K ——系数，按船舶营运限制的类别取值：

$K = 1.5$ 近海营运限制

$K = 1.2$ 沿海营运限制

$K = 1.0$ 遮蔽营运限制

$K = 0.7$ 平静水域营运限制

对于各类双体船，应从舳装数计算公式的 BH 中扣除水线以上隧道的横剖面积。

5.2.2 锚泊设备

5.2.2.1 至少应在船首配置一个认可型的大抓力锚。该锚的锚重不得小于根据舾装数按表 5.2.2 查得的锚重。如配置非大抓力锚，则锚重不得小于按表 5.2.2 查得的锚重的 1.3 倍。如在船首配置两个锚，则每个锚的锚重不应小于单个锚重的 0.7 倍。

5.2.2.2 锚链和锚索

(1) 可以全部采用锚链。锚链的材料应为 CCS《材料与焊接规范》列出的二级锚链钢 (CCS AM2) 和三级锚链钢 (CCS AM3)。但是锚链直径小于 20.5 mm 的锚链不得采用三级锚链钢。

(2) 如符合下列情况，也可采用锚索 (钢索或合成纤维索) 代替锚链：

当 $N < 440$ 时，可用破断负荷与锚链相当的钢索代替锚链；

当 $N < 80$ 时，可用破断负荷与锚链相当的纤维索代替锚链。

如采用锚索代替锚链，则在锚和锚索之间应加设一段短锚链，其长度至少应为锚的存放位置至锚机的距离，且不得小于 $0.2L$ 。

(3) 有档锚链直径及锚链 (或锚索) 长度应不小于按舾装数 N 查表 5.2.2 所得之值。用锚索替代锚链时，锚索的破断负荷应不小于其替代的有档锚链的破断负荷，有档锚链的破断负荷可按锚链直径由下式计算得到：

$$\text{CCS AM2 : 破断负荷} = 13.73d_c^2(44 - 0.08d_c) \times 10^{-3} \text{ kN}$$

$$\text{CCS AM3 : 破断负荷} = 19.61d_c^2(44 - 0.08d_c) \times 10^{-3} \text{ kN}$$

式中： d_c ——锚链直径，mm，查表 5.2.2 所得值。

5.2.2.3 锚泊装置设计时应考虑到：凡是锚链索有可能碰擦的任何表面 (如船体、锚链筒) 都不应使锚链索受到损伤或缠绕，且在所有操作情况下都能将锚固定好。

5.2.2.4 船体应该受到保护，使锚及锚链索在正常情况下不损伤船体。

5.2.2.5 单个锚的重量如超过 50kg，应设置起锚装置。

5.2.3 系泊设备

5.2.3.1 纤维系索的长度和破断负荷应根据舾装数 N 按表 5.2.2 查得，但按 5.2.1 公式计算舾装数 N 时，系数 K 应取 1。系索直径不得小于 15mm，系索总长在任何情况下不得小于船长的 4 倍。

表 5.2.2

舾装数 N		大抓力锚重量 (kg)	有档锚链直径 (mm)		锚链或锚索 长度 (m)	系索	
超过	不超过		AM2	AM3		数量 × 长度 (m)	破断负荷 (kN)
30	40	37	8.0	—	90	2×40	32
40	50	48	8.0	—	97	2×40	32
50	60	59	8.5	—	104	3×40	34
60	75	74	9.0	—	108	3×50	35
75	85	91	9.5	—	112	3×50	36
85	100	101	11.2	—	117	3×55	38
100	115	120	11.2	—	122	3×55	41
115	135	140	12.5	—	128	3×55	45
135	160	170	12.5	—	134	3×60	50
160	185	194	14	—	140	3×60	56
185	210	227	16	—	146	3×60	62
210	240	260	17.5	—	152	4×60	69
240	270	293	17.5	—	158	4×60	75
270	300	330	19	—	165	4×70	80
300	335	370	20.5	—	165	4×70	85
335	365	400	22	20.5	165	4×70	90
365	400	442	22	20.5	165	4×70	95
400	440	490	24	22	192.5	4×70	100.2
440	480	534	26	24	192.5	4×70	105.6
480	520	575	26	24	192.5	4×80	110
520	560	620	28	24	192.5	4×80	115
560	605	674	28	24	220	4×80	120
605	655	730	30	26	220	4×80	126
655	705	786	30	26	220	4×80	131
705	760	850	32	28	220	4×85	137
760	820	914	34	30	220	4×85	143
820	890	1000	34	30	247.5	4×85	150.5
890	960	1076	36	32	247.5	4×85	158
960	1050	1183	38	34	247.5	4×90	166
1050	1170	1315	40	36	247.5	4×90	176

第6章 轮机

第1节 一般规定

6.1.1 适用范围

6.1.1.1 入级高速船舶的原动机、推进装置、辅助系统、机械设备等的设计、制造、安装和试验应符合本章的有关规定。本章未规定的其他装置或设备(如齿轮传动装置、锅炉和压力容器等)的设计、制造、安装和试验应符合 CCS《钢质海船入级规范》的相关规定。

6.1.1.2 对于不符合本章规定的设施,经 CCS 审定并确认为等效时,也可予以采用。

6.1.2 环境条件

6.1.2.1 主辅机、轴系传动装置以及与船舶安全有关的机械设备的设计、选型和布置均应确保其在表 6.1.2.1 规定的环境条件下能无故障持续运行。

船舶倾斜角

表 6.1.2.1

装置和设备	倾斜角 ^① (°)			
	横向		纵向	
	静态	动态	静态	动态
主机和辅机	15	22.5	5	7.5
安全设备: 应急发电机装置、应急消防泵及其 驱动装置	22.5	22.5	10 ^②	10

注:① 横向和纵向倾斜可能同时发生。

② 实际难以满足此要求时,经 CCS 同意可取较小值。

6.1.2.2 发动机(燃气轮机除外)的额定功率一般是指在绝对大气压 0.1MPa、环境温度 45℃、相对湿度 60%、海水温度 32℃的环境条件下,发动机所能发出的最大持续功率。对营运限制船舶,发动机功率所根据的环境条件,可适应于该航区的情况。

6.1.3 振动

6.1.3.1 推进系统和垫升系统的设计、结构布置和安装应避免在常用转速范围内因振动而产生过大的应力。

6.1.3.2 所有的机械设备的设计、布置和安装应能使设备在由波浪或船舶颠簸而致的垂向和水平加速度不小于 0.5g 的情况下正常运转。

$$g = 9.81 \quad \text{m/s}^2$$

6.1.3.3 所有机械设备的设计、布置和安装应能使设备在垂向冲击加速度 $a_v = 1.0g$ 下正常运转。

6.1.4 倒车功率

6.1.4.1 为了保证船舶在任何正常情况下具有足够的机动性，主推进系统应能倒车运转。

6.1.4.2 主推进机械在瞬变状态下发出的倒车功率应能使船舶在适当的时间内制动。

6.1.4.3 对具有换向离合装置，调距桨或电力推进装置的主推进系统，倒车运转时不应使推进机械装置过载。

6.1.5 原动机

6.1.5.1 推进主机的性能应能适应频繁的负荷变化，且应能在 30s 内从惰性升到最大持续运转转速。

6.1.5.2 对于驱动喷水推进装置的推进主机，应尽可能设计达到从最大持续功率点卸负荷到最大持续功率的 20%，和依靠调整再加速到最大持续功率。

6.1.5.3 发电机的原动机应具有短时 (15min) 超负荷 10% 的能力。

6.1.6 瘫船起动

6.1.6.1 船舶机械设备的布置应能使其在没有外来帮助的情况下只通过船上可用的设备使其从“瘫船”状态达到运转的目的。

“瘫船”状态是指主推进装置和辅机已停止运行，且在恢复推进的过程中，假定已没储存的能源能起动和运行推进装置、主发电机和其他重要的辅机。但假定在任何时候有可行的措施能起动应急发电机或当主电源按本规范 7.4.3.2 布置时的主发电机之一。

若应急动力源是一台满足本规范 7.4.2 要求的应急发电机，或一台满足本规范 7.4.3.2 要求的主发电机，则可起动这台发电机和用这台发电机来恢复主推进装置和辅机，但为发动机运行所需的任何动力供应源应加以保护到起动装置的类似水平。

如未安装应急发电机或应急发电机未按本规范 7.4.2 的要求，则使主辅机械进入运转的布置应这样：起动空气的初次充气，或初次电源和为发动机运转的任何动力源，在没有外界帮助的情况下，应能在船上提供。

如为了达到这个目的而配置应急空压机或应急发电机，则这些装置应是手动起动的燃油内燃机或手动起动的空压机。

使主辅机械进入运转的布置应有足够的能量，以便起动能量或为发动机运转的任何动力源，应在瘫船状态的 30 min 内可用。

6.1.6.2 上述 6.1.6.1 的规定，对于遮蔽营运限制或平静水域营运限制的国内航行高速船可不要求。

6.1.7 燃料的使用限制

6.1.7.1 除另有规定外，应不使用闪点低于 60℃的燃油。

6.1.7.2 应急发电机可使用闪点不低于 43℃的燃油。

6.1.7.3 若符合下述条件，可以使用低闪点低于 60℃但不低于 43℃的燃油。

(1) 除布置在双层底舱外，其他燃油舱柜应位于 A 类机器处所以外；

(2) 燃油泵的吸入管上应设有油温测量装置；

(3) 燃油滤净器的进口侧和出口侧均应设有截止阀和 / 或旋塞；

(4) 应尽可能使用焊接结构或圆锥型或球型的管接头。

6.1.7.4 如在系统设计、舱柜布置、通风、防爆等方面达到最低闪点不低于 43℃的燃油同等条件，可以在燃气轮机上使用闪点较低但不低于 35℃的燃油。

6.1.8 防护设施

6.1.8.1 对含有高速旋转部件的机器设备，其设计和安装应考虑到防止高能量碎片可能危及人员和船舶安全，应尽可能装设罩壳等防护设施；

6.1.8.2 所有机器设备和管路的表面温度可能伤人时，应以栏杆或围护进行保护，当其表面温度可能超过 220℃时，其表面应有有效的防护设施，以防触及可燃液体引起着火。若绝热设施的表面是吸油的或可能被油渗透，则应采用薄钢板或类似材料妥善包裹；

6.1.8.3 有人值班的机器处所内过大的噪声源应予以隔离，使之降低到可以接受的程度，否则应设噪声庇护所和为进入该机器处所人员配备护听器；

6.1.8.4 对于全垫升气垫船，应在空气螺旋桨的进风口处设置必要的防护装置，防止人员吸入桨内。

6.1.9 通信

6.1.9.1 机器处所和 / 或集控室与驾驶室之间应设有通信设施。

6.1.10 资料数据

6.1.10.1 对于船体结构是铝合金或纤维增强塑料的高速船，为评估轴系的安全性，必要时 CCS 可以要求提交船体最大变形等有关技术资料数据。

6.1.11 弹性安装

6.1.11.1 主机等机械设备采用弹性安装时，应符合以下规定：

(1) 弹性支承的设计、安装必须确保其能在机械设备本身及船体可能变形等而出现的有关附加载荷作用下正常地工作；

(2) 弹性安装的机械设备的所有外部联接应采用挠性连接。

6.1.12 船用产品

6.1.12.1 海上高速船上的船用产品应满足本规范第3章第2节中的相关规定。

6.1.13 试验

6.1.13.1 轮机装置安装完毕后,应根据本规范有关规定和CCS同意的试验大纲进行系泊试验和航行试验。

第2节 泵和管系的一般规定

6.2.1 管系等级

6.2.1.1 不同用途的压力管系按其设计压力和设计温度分为三级,如表6.2.1.1所示。

管系等级 表 6.2.1.1

管系	I 级		II 级		III 级	
	设计压力 MPa	设计温度 ℃	设计压力 MPa	设计温度 ℃	设计压力 MPa	设计温度 ℃
蒸汽	> 1.6	或> 300	≤ 1.6	和≤ 300	≤ 0.7	和≤ 170
热油	> 1.6	或> 300	≤ 1.6	和≤ 300	≤ 0.7	和≤ 150
燃油、滑油、可燃液压油	> 1.6	或> 150	≤ 1.6	和≤ 150	≤ 0.7	和≤ 60
其他介质	> 4.0	或> 300	≤ 4.0	和≤ 300	≤ 1.6	和≤ 200

注:① 当管系的设计压力和设计温度其中一个参数达到表中I级规定时,即定为I级管系;当压力和设计温度两参数均达表中II级或III级规定时,即定为II级管系或III级管系。

② 有毒和腐蚀介质、加热温度超过其闪点的可燃介质和闪点低于60℃介质、以及液化气体等一般为I级管系。如设有安全保护措施以防泄漏和泄漏后产生的后果,也可作为II级管系,但有剧毒介质除外。

③ 不受压的开式管路如泄水管、溢流管、排气管、透气管和锅炉放汽管等也为III级管系。

④ 热油是指《钢质海船入级规范》第3篇第4章第8节热油系统所用的循环油液。

⑤ 其他介质是指空气、水、和不可燃液压油等。

6.2.2 设计

6.2.2.1 泵和管系的设计工作能力应适当大于船舶实际需要的工作能力,但机带泵可除外。

6.2.2.2 管系设计压力应是管系最高许用工作压力,应不小于安全阀或溢流阀的最高设定压力。燃油管系的设计压力可按表6.2.2.2取值。

燃油管系的设计压力 表 6.2.2.2

工作温度 工作压力	$T \leq 60^{\circ}\text{C}$	$T > 60^{\circ}\text{C}$
$P \leq 0.7\text{MPa}$	0.3MPa 或最高工作压力,取较大者。	0.3MPa 或最高工作压力,取较大者。
$P > 0.7\text{MPa}$	最高工作压力。	1.4MPa 或最高工作压力,取较大者。

6.2.2.3 管系设计温度应取管内流体的最高温度，但不应低于 50℃。

6.2.3 布置

6.2.3.1 管子穿过气密或水密结构处，应采用贯通配件或座板。

6.2.3.2 淡水管不得通过油舱。油管也不得通过淡水舱。如不可避免时，应在油密隧道或套管内通过。其他管子通过燃料舱时，管壁应加厚，且不得有可拆接头。

6.2.3.3 应避免燃油舱柜的空气管、溢流管、测量管通过居住舱室。如必须时，则通过该类舱室的管子不得有可拆接头。

6.2.3.4 下列舱室相邻布置时，应以隔离空舱或等效设施隔开：

- (1) 滑油舱柜与燃油舱柜；
- (2) 滑油舱柜与淡水舱柜；
- (3) 燃油舱柜与淡水舱柜。

隔离空舱和等效设施应设有适当的排水装置和空气管。

6.2.3.5 管系通常应由刚性管段组成，出于特殊考虑，可采用适合某拟定用途的，并是认可型的挠性软管来替代刚性管。管路和附件应进行适当的支撑，以便使其重量不由与之相连的机器来承受。对于质量较大的阀和附件，其重量应不引起相邻管路产生过大的附加应力。

管系的支撑不应引起系统出现有害振动。

6.2.3.6 管系安装时应考虑由于管内的压力、流向的变化、横截面积的改变以及船舶运动所引起的轴向力。

6.2.3.7 金属管路应由电焊或铜焊连接，或由认可型的可拆接头连接。

6.2.3.8 水管和空气管及测量管应避免通过冷冻舱室。

6.2.4 防护

6.2.4.1 蒸汽管、油管、水管、油柜和其他液体容器应避免设在配电板上方及后面。若不可避免时，则应有可靠的防护措施。

6.2.4.2 油管、油柜应避免设在排气管、消音器和主配电板上方。如必须时，则应采用有效措施，防止油类滴落在上述管路或设备的热表面上。

6.2.4.3 使用时压力可能超过设计压力的管路，应在泵的输出端管路上设置安全阀。对于油管路，由安全阀溢出的液体应流回至泵的吸入端或舱柜内。对于水管路，若安全阀的排水泄到舱底，则该阀应位于易于见到之处，且阀的排水应便于观察。

6.2.4.4 压力管路上如装有减压阀时，应在减压阀后装设安全阀及压力表，并应设有旁通管路或另设一只并联的备用减压阀。

6.2.4.5 必要时，管系应设有放泄装置。

6.2.5 防蚀

6.2.5.1 钢管应有防止锈蚀的保护措施，并在全部加工（即钢管弯制、成形和焊接）完成以后，外表面施以保护层。

6.2.6 阀及其控制

6.2.6.1 舷旁阀和船底阀应是认可型的。

6.2.6.2 海水吸入阀和排出阀、舱底水阀、位置高于双层底舱的燃油与滑油舱柜上的阀，应布置就地机械式手动操纵装置，且从遥控控制转换到手动操作应简单可行；

6.2.6.3 遥控控制阀的动力源失效时不应导致

- (1) 已关闭的阀开启；
- (2) 已开启的阀关闭；
- (3) 燃油舱柜、推进和动力源机械的冷却系统已开启阀关闭。

6.2.6.4 遥控阀应在控制站设置阀处于开或关位置的指示。除遥控操纵外，倘若还需就地机械式手动操作，阀的所在地应设有能观察到阀位的措施。

第 3 节 泵和管系的材料和试验

6.3.1 材料

6.3.1.1 管系金属材料的熔点一般应高于 900℃。

6.3.1.2 材质为碳钢、低合金钢、不锈钢的管路或阀件应符合以下规定：

- (1) 用于 I 级和 II 级管系的管子须为无缝钢管或按经 CCS 认可的焊接工艺制造的焊接管；
- (2) 碳钢和碳锰钢的管子、阀件及附件等一般不能用于介质温度超过 400℃ 的管系，但是，如果它们的冶金性能和高温耐久强度 (100000h 以上的最大抗拉极限强度) 符合国家或国际规则 and 标准，并且这些数值能由钢厂保证，那么它们可以用于更高温度的管系；

(3) 管段直接连接可采用下列方式：

- ① 管子之间或管子与阀箱或其他附件之间对接焊，对接焊应为全焊透型式，并对根部质量有特殊规定，或全焊透型式对根部质量无特殊规定；
- ② 套筒焊接连接，套筒焊接应按照 CCS 的规范或公认的标准，以适当尺寸的套筒与有关焊接工艺进行；

③ 认可型的螺纹套筒连接及其他认可型的连接装置。

(4) 上述管子连接方式的使用，对于对接焊连接和套筒焊接应符合表 6.3.1.2 的规定；对于螺纹套筒连接应符合公认的标准；螺纹套筒连接可用于下述外径的管系，但不应用于输送有毒或易燃介质或预期工作中可引起疲劳、严重腐蚀的管系；二氧化碳系统中的螺纹连接只可用于被保护处所内和二氧化碳气瓶室。

① 锥形螺纹的螺纹连接可适用于外径不大于 33.7mm 的 I 级管系和外径不大于 60.3mm 的 II 级管系；

② 平行螺纹的螺纹连接可用于外径不大于 60.3mm 的 III 级管系；

③ 在特殊情况下，CCS 也可接受大于上述规定的尺寸。

管段连接

表 6.3.1.2

连接方式	适用管系等级	适用外径
采取改善焊缝根部质量措施的对接焊	I、II、III	不限
不采取改善焊缝根部质量措施的对接焊	II、III	
	III	
套筒焊接连接	I、II，但有有毒介质或预期工作中可引起疲劳、严重腐蚀的管系除外	$D \leq 88.9\text{mm}$

6.3.1.3 材质为铜或铜合金的管子、阀件及附件等应符合以下规定：

(1) 在 I 级和 II 级管系中采用的铜或铜合金管应是无缝管；

(2) 一般铜或铜合金材质不可用于介质温度超过下列规定的任何管系：

200℃：对于铜或铝青铜；

300℃：对于铜镍合金；

260℃：对于适合于高温用途的特殊青铜；

(3) 铜或铜合金管穿过水密舱壁、防火舱壁或甲板时，在铜或铜合金管损坏后应不使这些舱壁和甲板的完整性受到破坏；

(4) 起动空气管外径大于 44.5mm 时，不允许采用铜或铜合金管。

(5) 航空煤油级别的油类系统不允许采用铜或铜合金管。

6.3.1.4 材质为球墨铸铁的管子、阀件及附件等，应符合以下规定：

(1) 铁素体球墨铸铁管子、阀件和附件不可用于介质温度超过 350℃ 的管系；

(2) II 级和 III 级管系中若采用铁素体球墨铸铁材料，则材料的最低延伸率在标距为 $5.65\sqrt{A}$ 时不得小于 12%。式中 A 为试样的横截面积；

(3) 材质为铁素体球墨铸体的舷旁阀和舷旁管，其材料性能应符合 CCS《材料与焊接规范》中的有关规定。

6.3.1.5 铝管的使用通常限于 6.3.1.6 所指的服务系统，但中国国内航行船舶还可用于燃油注入管及燃油舱柜的空气管、溢流管和测量管。

6.3.1.6 经认可的非金属材料管可用于下列服务系统。但非重要用途的非金属材料管可以是 CCS 认可标准的生活用水管。

- (1) 海水冷却系统；
- (2) 淡水冷却系统；
- (3) 舱底水系统；
- (4) 压载水系统；
- (5) 海水压载舱和淡水压载舱的空气管和测量管；
- (6) 不输送可燃液体的非重要用途管路。

6.3.1.7 船上应用塑料管和挠性软管等非金属材料管时，应满足《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章的有关要求。

6.3.2 金属管壁厚

6.3.2.1 本节表 6.3.2.2 和表 6.3.2.3 所规定的管壁最小厚度不允许因制造的负公差或弯管而致使厚度减小。

6.3.2.2 钢管和铝管的最小公称壁厚应按表 6.3.2.2 的规定选取。

6.3.2.3 铜和铜合金管的最小壁厚应按表 6.3.2.3 的规定选取。

6.3.2.4 不锈钢管的最小壁厚规定与表 6.3.2.3 中铜合金管壁厚规定相同。

钢管和铝管的最小公称壁厚

表 6.3.2.2

外径 D , mm	最小厚度 t , mm
10.2 ~ 12	1.6
13.2 ~ 17.2	1.8
20.0 ~ 44.5	2.0
48.5 ~ 63.5	2.3
70.0 ~ 82.5	2.6
88.9 ~ 108	2.9
114.3 ~ 127	3.2
133 ~ 139.7	3.6
152.4 ~ 168.3	4.0
177.8	4.5

注：① 具有有效防蚀措施的管子，其最小壁厚可以适当减薄，但减薄量最多不应超过 1mm。

② 螺纹管的壁厚，应量到螺纹根部。

铜和铜合金的最小公称壁厚

表 6.3.2.3

外径 D , mm	最小壁厚, mm	
	铜	铜合金
$D \leq 10$	1.0	0.8
$10 < D \leq 20$	1.2	1.0
$20 < D \leq 44.5$	1.5	1.2
$44.5 < D \leq 76.1$	2.0	1.5
$76.1 < D \leq 108$	2.5	2.0
$108 < D \leq 159$	3.0	2.5
$159 < D \leq 267$	3.5	3.0

注：压载舱内阀的遥控系统中的管子壁厚应不小于：铝黄铜管 3mm，不锈钢管 2mm。

6.3.3 试验

6.3.3.1 所有 I 级和 II 级管系用管，以及设计压力大于 0.34MPa 的给水管、压缩空气管和燃油管连同它们的附件一起，在制造完工后包扎绝热材料或涂上涂层前，均应进行液压试验。试验压力不得低于 1.5 倍设计压力值。

6.3.3.2 内径小于 15mm 的管子的液压试验，经 CCS 同意可免除。

6.3.3.3 装船后，所有管系均应在工作情况下检查泄漏情况；燃料（油或气）管系、油舱加热管系、通过双层底舱或深舱的舱底水管路以及液压管系，应按照表 6.3.3.3 的要求进行液压试验。

装船后的液压试验

表 6.3.3.3

管系	试验压力
燃料（油或气）管系	1.5倍设计压力，但不小于0.4MPa
油舱加热管系	
通过双层底舱或深舱的舱底水管路	不小于该舱的试验压力
液压管系	1.25倍设计压力，但不必超过设计压力加7MPa

6.3.3.4 除 6.3.3.5 外的所有阀和附件的受压部件装配前应在车间进行液压试验，试验压力为 1.5 倍设计压力，但不必大于设计压力加上 7MPa。

6.3.3.5 舷旁阀和船底阀应进行液压试验，试验压力不应小于 0.5MPa。如果这些阀是蝶阀，则阀瓣的每一面都须做压力不小于 0.5MPa 的液压试验。

6.3.3.6 位于静止浮态水线以下的舷旁旋塞和舷旁接管应进行液压试验，试验压力不应小于 0.5MPa。

第 4 节 船舶管系和舱室通风系统

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 阀、旋塞、管子或其他附件直接连接于舱柜壁板以及要求水密结构的舱壁、甲板、平台或轴隧壁时，应采用螺柱旋入焊于壁板上的座板而不穿透座板的方法加以固定。

6.4.1.2 所有遥控阀均应设有与遥控操纵机构无关的就地手动操纵装置。且使用手动装置进行启闭后，遥控系统的功能应不因此而受到影响。

6.4.2 舷旁阀件和附件（甲板排水管和卫生排泄管上的除外）

6.4.2.1 所有的海水进口及其舷外排出口，均应装设直接固定在壳板上或附连于壳板的钢质海水箱箱壁上的阀与旋塞。阀或旋塞的安装应采用螺柱旋入焊于外板或海水阀箱上的座板而不穿透的方法加以固定。

6.4.2.2 如有困难时，6.4.2.1所述的阀或旋塞也可装在焊于舷侧外板的短管上，短管壁厚和直径的选择应使其达到周围船体结构的同等强度，同时还应考虑管路材料的抗腐蚀能力。

6.4.2.3 钢质舷旁阀和附件以及海水箱等应有适当的防蚀保护措施。

6.4.2.4 海水箱的布置应避免形成气囊，如在海水箱顶部装设透气管时，应在其根部装设截止阀。透气管的开口端应高至舱壁甲板以上或在舱壁甲板附近通至舷外并装设舷旁截止阀。

6.4.2.5 无人值班处所的海水进口阀和无止回功能的海水出口阀，均应能在水线以上位置予以关闭。

6.4.3 舱底水系统

6.4.3.1 舱底水系统应能有效地排出任何非永久性储存液体的水密舱内的舱底水。并应防止水从一个水密舱室流入另一个水密舱室。

6.4.3.2 舱底水系统应在该船受到设计已估计考虑到的不会根本危及船舶安全的破舱后，在所有实际可能出现的纵横倾状态下保持正常的工作能力。

6.4.3.3 对个别舱室，如果通过计算或必要的验证，表明该船的安全不会因该舱的排水而受到影响，则经 CCS 同意可以免设排水装置。

6.4.3.4 每一个机器处所，至少应设置两个舱底水吸口，对于设有独立舱底泵的处所，其中一个吸口应为直通舱底泵吸口。

6.4.3.5 机器处所舱底水吸口的布置应满足：

- (1) 对于单体高速船，吸口应布置在中纵剖面处；
- (2) 对于双体高速船、侧壁式气垫船，吸口应布置在每一片体的中纵剖面处；
- (3) 对于全垫升气垫船，每一机舱可只设一个吸口。

6.4.3.6 机器处所的舱底水吸口应设有防止垃圾吸入的装置（如泥箱或滤器），且该装置应尽量易于接近和便于拆装清洗。

6.4.3.7 除机器处所外的每个需设舱底水系统的舱室，应至少设有一个舱底水吸口，且该吸口的布置应能使该舱室的水有效排出。

6.4.3.8 除机器处所外的其他舱室的舱底水吸入管的开口端应封闭在滤网内。所有滤网箱应便于拆装和清理，且其通流面积不得小于该舱底水吸入管截面积的 2 倍。

6.4.3.9 对于用可携式泵排水的舱室，应有便于泵吸该舱室内所有舱底水的通道。

6.4.3.10 任何情况下，舱底水总管的内径不应小于最大舱底水支管的直径。

6.4.3.11 一般舱底水支管内径应不小于 25mm。

6.4.3.12 为防止水密舱室间、水密舱与机器处所间、干燥舱室与海水或舱柜间出现沟通，下列管路或附件上应装设截止止回阀：

- (1) 直通舱底泵吸入管；
- (2) 舱底泵和舱底水总管的连接管；
- (3) 舱底水分配阀箱；
- (4) 直接与舱底泵或与舱底水吸入总管相连的舱底水吸入软管接管。

6.4.3.13 低于舱壁甲板下的防撞舱壁只准穿过一根管子，以处理首尖舱内的液体。该管应有能在舱壁甲板以上操作的阀和表明阀启闭状态的指示装置，且该阀须装设在首尖舱舱壁的首尖舱一侧。经 CCS 同意后也可以采用手动泵对首尖舱进行排水。

6.4.3.14 舱底水总管不应布置在该船能考虑到的可能出现的破舱穿透深度范围内。舱底水管应有防止装有舱底水吸管的舱室，因该管断裂或管子在其他舱室内由于碰撞或搁浅受损致使此舱浸水的设施，为此，当该管子的任何部分位于上述破舱穿透深度范围内时，应在其开口端所在舱室内的管子上装设止回阀。

6.4.3.15 首尖舱以上的锚链舱和水密舱（若有），尾尖舱以上的小围蔽舱室和机器舱室，应设手动泵或通过接至动力舱底泵的吸口进行排水。

6.4.3.16 控制舱底水吸入的必要的阀，应能从基准面以上进行操纵。

6.4.3.17 与舱底水抽吸装置相连的所有分配阀箱以及手动操纵阀的所在地点，在正常情况下均应易于接近。手动操作的阀杆应易于接近，且所有阀应做上明显的记号。

6.4.3.18 海水进口阀的阀杆，应延伸到机舱花钢板以上的适当高度。

6.4.3.19 所有的舱底水吸入管直到与舱底泵连接前，应独立于其他管系。

6.4.3.20 在预期最不利的破损情况下，任何位于水面以上的处所，可以通过装有止回阀的排水管，把水直接排至舷外。

① 基准面：系指水密甲板或非水密甲板覆盖的一个风雨密结构组成的等效结构，该结构具有足够强度保持风雨密完整性并设有风雨密关闭装置。

6.4.3.21 任何要求设置舱底水抽吸装置的无人值班处所，均应设有舱底水报警装置。

6.4.3.22 所有的动力舱底泵，均应为自吸式泵。

6.4.3.23 每一主机机器处所还应设有 1 个应急舱底水吸口，该吸口应通往除舱底泵、推进泵或油泵以外的最大可用动力泵，如主冷却水泵，该泵不必为自吸式泵。

6.4.3.24 在双体高速船的每一片体及每艘单体高速船上，应设有符合下列规定的舱底泵：

(1) 至少应设有两台舱底泵，其中一台可为机带泵；

(2) 舱底泵应是动力驱动的泵，可以是固定式的，也可以是可携式的。对于船长小于 20m 的高速船，允许只设一台动力舱底泵。对于排量小于 1.5m³/h 的舱底泵允许采用手摇泵；

(3) 每台舱底泵的排量 Q 不应小于按下式计算的值：

$$Q = 3.75(1+L/36)^2 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中： L ——排水状态时设计水线处钢质船体的长度，m。

(4) 对于双体高速船，如果某一个片体内的舱底水可以由其他片体内的舱底泵抽吸时，该片体内可仅设一台舱底水泵；

(5) 独立动力的卫生泵、压载泵及总用泵，如其排量足够且为自吸式泵或带有自吸装置的泵并与舱底水管系有适当的连接时，均可作为独立动力舱底泵。

6.4.3.25 对于全垫升气垫船机器处所的舱底水系统的布置，在取得 CCS 同意后，可作特别考虑。

6.4.3.26 B 类高速客船应满足以下要求：

(1) 舱底水管系的布置应至少有一台动力舱底水泵在高速船被要求的所有浸水情况下可以使用。此项要求可采取下列方法之一予以满足：

① 所要求的舱底水泵之一应为 1 台有应急动力源的可靠的潜水式泵；或

② 各舱底水泵及其动力源应分布在高速船的全长范围内，浸水时至少在未破损的舱室内有 1 台泵能供使用。

(2) 与舱底水抽吸系统相连的分配阀箱、旋塞和阀的布置，应在任一舱室万一浸水时，所设的舱底水泵之一可以工作。另外，一台泵或其与舱底水总管的连接管损坏，不应使舱底水系统失去作用。在除了主舱底水抽吸系统之外，还设有一个应急舱底水抽吸系统时，则该应急系统应独立于主系统，且其布置应有一台泵在任一舱室发生可能的浸水情况下可以工作，在这种情况下仅应急系统运转需要的那些阀，应能在基准面以上进行操作；

(3) 在 6.4.3.26(2) 中所述的所有能从基准面以上操作的旋塞和阀，应在操作地点设置带有明显标记的控制装置，此外，还应设有指示开、关的设施。

6.4.4 甲板排水管和卫生排泄管

6.4.4.1 在各层甲板上，均应设置适当数量和大小的排水孔以便有效地排水。

6.4.4.2 非封闭的上层建筑或甲板室内的处所，其排水孔应通向舷外。

6.4.4.3 干舷甲板以下处所，或干舷甲板上封闭的上层建筑和甲板室内的处所，其排水孔可通向舷部水沟。上述处所的卫生排泄孔，可通向卫生排泄舱柜。

6.4.4.4 从基准面以下处所或从基准面以上的上层建筑和甲板室内通过船壳的排水孔，均应装设有效和便于检视的防止水进入船内的装置。通常每一独立的排水孔应有 1 个从基准面以上的位置能直接关闭的自动止回阀。但是，如果从设计水线至排水管船内一端的垂直距离超过 $0.01L$ (L 为船长)，只要船内的阀在营运条件下始终便于检查，则排水孔可有 2 个无关闭装置的自动止回阀。如上述垂直距离超过 $0.02L$ ，可以接受无关闭装置的单一自动止回阀。直接关闭阀的操纵装置应便于检视，并设有 1 个显示该阀开或闭的指示器。

6.4.4.5 直接通向舷外的甲板排水管的壁厚和直径的选择，应符合本章 6.4.2.2 对舷侧短管的规定。

6.4.5 空气管

6.4.5.1 所有油舱、水舱、隔离空舱均应装设空气管。空气管应从舱柜的高处引出并远离注入管。

6.4.5.2 当舱柜仅装设一根空气管时，则该空气管不得兼作注入管。

6.4.5.3 空气管不得兼作测量管。

6.4.5.4 空气管的布置，应在任一舱柜破舱浸水后，不致使海水通过空气管进入位于其他水密舱室内的舱柜。

6.4.5.5 空气管的终止应符合下列规定：

(1) 燃油舱、与燃油舱相邻的隔离空舱、位于机器处之外且未设溢流管并能用泵灌装的舱柜的空气管，均应引至干舷甲板以上的露天地点；

(2) 除 6.4.5.5(1) 的规定的舱柜外的隔离舱、双层底舱及海水可能涌入的舱柜的空气管，均应引至舱壁甲板以上；

(3) 燃油舱柜的空气管的开口端应位于不致因溢油或油气而产生危险的处所，其管端应装设耐腐蚀和便于更换的金属防火网；

(4) 延伸至露天甲板的所有空气管开口，应装设有效而适当的自动关闭装置，以防在恶劣的气候条件下海水涌入船内；

(5) 滑油舱柜的空气管，如果其出口端位于溢油不致会与电气设备及热表面接触之处，则可以终止于机器处所内；

(6) 延伸至露天甲板的空气管，在基准面或其以下的甲板上，从甲板至可能向下进水点的高度应至少为 300mm，在其他甲板上，应不小于 150mm。所有空气管均应配有自动关闭的风雨密关闭装置。

6.4.5.6 空气管尺寸应符合下列规定：

(1) 对于能用泵通过注入总管灌装的所有舱柜，每一舱柜空气管的总横截面积应比各自注入管有效截面积至少大 25%。且任何情况下上述舱柜空气管的内径不得小于 50mm；

(2) 如舱柜装有溢流管，则该舱柜空气管的横截面积至少应为该舱柜注入管横截面积的 20%。若各自装有溢流管的几个舱柜共用一根空气管时，则该空气管的横截面积至少应为独立舱柜中两根最大注入管横截面积之和的 20%；

6.4.6 溢流管

6.4.6.1 如相应于液舱柜空气管高度的液体压头大于该舱柜所能承受的压力，或空气管的截面积小于 6.4.5.6(1) 要求时，则所有能用泵灌装的舱柜均应装设溢流管，溢流管的截面积应不小于该舱柜注入管截面积的 1.25 倍。燃油和滑油舱柜的溢流管应引向有足够容积的溢流柜或预留有溢流空间的贮存舱柜。

6.4.6.2 溢流管上应装设具有良好照明的观察器，作为等效办法也可装设报警装置。

6.4.6.3 溢流管上不得装设截止阀或旋塞。

6.4.6.4 溢流管的布置，应在任一舱柜破舱浸水后，不致使海水通过总溢流管进入位于其他水密舱室内的舱柜。

6.4.7 测量管

6.4.7.1 所有舱柜、隔离空舱均应设置测量管。除短测量管外，测量管一般应引至舱壁甲板以上易接近地点。燃油舱柜的测量管则应引至开敞甲板上的安全地址。

6.4.7.2 舱柜的测量管可用认可型的液位指示器或远距离测深装置代替。对于容积不大于 500l 的舱柜，如果对液位计的结构、强度和防止机械损坏措施予以特别考虑，经 CCS 同意后可采用玻璃管液面计。

6.4.7.3 为防止海水通过测量管进入舱柜，所有可能进水的测量管均应装有永久附连的可靠关闭装置。

6.4.7.4 测量管下端开口处的座板下，应装有适当的防击板。

6.4.7.5 燃油舱和滑油舱柜的短测量管应安装符合规定的自闭式旋塞。

6.4.7.6 测量管的内径不得小于 32mm。

6.4.8 压载系统

6.4.8.1 压载系统的布置和压载舱吸口的数量，应使船舶在正常营运条件下能排除和注入压载舱的水。

6.4.8.2 压载管系布置不得使船外的水或压载舱内水进入货舱机器处所或其他舱室。

6.4.8.3 压载水管不得通过饮水舱、滑油舱。压载管系不得与干货舱及机、炉舱的舱底管系和油舱管系接通。但泵与阀箱之间的连接管、泵排出舷外总管除外。

6.4.8.4 饮用淡水舱兼作压载水舱时，为避免两个系统相互沟通，压载管系应装有盲板或其他隔离装置。

6.4.8.5 用燃油配载的方法进行压载的系统，应符合：

- (1) 本章有关燃油系统的全部规定；
- (2) 该系统应与水压载系统（若有）可靠地隔离。

6.4.9 舱室通风系统

6.4.9.1 通风管不得通过舱壁甲板以下的水密舱壁，至少应不低于限界线。

6.4.9.2 通风管甲板接管的高度超过 900mm 时，则须有适当的加强支撑。

6.4.9.3 通过非封闭的上层建筑的通风筒，应在干舷甲板上有坚固的钢质或其他相当材料的围板。围板厚度不得小于甲板厚度。

6.4.9.4 通风系统还须符合消防方面的有关规定。

6.4.9.5 机器处所应有足够的通风，以保证该处所中的机器在所有气候包括恶劣气候条件下全功率运转时，该处所能有充足的空气供应，从而确保工作人员的安全和舒适以及机器的运转。

6.4.9.6 贮存易燃、易爆物品或可能积聚有毒气体、易爆气体的舱室，均应设有安全和有效的通风装置。

6.4.9.7 通风帽应设在开敞甲板上，并尽可能远离排气管、天窗等。

6.4.9.8 通风管口应设有效的风雨密装置，该装置应符合《国际高速船安全规则》的有关规定。

第 5 节 动力管系

6.5.1 燃油管系

6.5.1.1 用于高速船的燃油须符合本章 6.1.7.1 的规定。当使用闪点为 35 ~ 43℃ 的燃油时，则燃油系统除应符合本节所有有关规定外，还应符合下列规定：

- (1) 燃油贮存舱柜应位于机器处所外，且应布置为距舱壁、甲板、船顶板、底板均应不小于 760mm；

(2) 所有安全阀、空气管和溢流管的排出端应设有阻焰器；

(3) 燃油箱柜所在处所应配备有每小时换气不小于 6 次的机械通风设备。所用的通风机须能避免点燃可燃气体混合物。进、出风口应装有适用的滤网。排气出口应被引至 CCS 认为安全的地点排放。此类处所的出入口应张贴“禁止烟火”的标牌；

(4) 除接地的本质安全电路之外，不能使用接地配电系统；

(5) 在燃油可能泄漏的所有处所（包括通风系统）采用的电气设备均应是认可安全型的，且在这些处所只能安装满足操作需要的基本的电气设备和附件；

(6) 燃油管路通过的每一个处所均应装设固定式气体探火系统；同时在连续有人的控制站安装报警装置。

6.5.1.2 在不构成船体结构部分的油柜、燃油泵、燃油滤器以及需经常打开进行清洁和调整的燃油装置下面，均应设置油盘。油盘内的残油应泄至专设的污油容器内。

6.5.1.3 用于燃油管系的垫片应采用耐油、耐热的材料制成。

6.5.1.4 燃油舱柜不应位于因其中燃油溢漏到热表面上而造成危险的地点，设有燃油沉淀柜、日用油柜的处所应有良好的通风并易于人员出入。

6.5.1.5 燃油舱柜的油位测量装置若采用测量管，则应满足：

(1) 测量管不得终止在存在可能点燃测量管溢油危险的处所内。特别是不能终止于公共处所、船员舱室或机器处所内；

(2) 测量管终端应设有适当的关闭装置，以及能防止加油作业时溢油的预防措施。

6.5.1.6 在满足下列条件下，可用其他的油位表来代替 6.5.1.5 中所述的测量管：

(1) 在客船上，它们不需要从油柜顶部以下部位穿过，而且它们损坏后或燃油柜加油过量时，不得有燃油溢出；

(2) 在货船上。可允许采用 CCS 认可的平板玻璃液面计，但在液面计和燃油柜之间应设有自闭阀；

6.5.1.7 应采取预防措施，防止任何燃油柜或包括注油管在内的燃油系统的任何部分超压。任何安全阀以及空气管或溢流管，均应排放到安全地点。

6.5.1.8 所有独立驱动的燃油泵的动力供应除能就地切断外，尚须能在所在的处所外面易于到达地点进行应急切断。

6.5.1.9 燃油供油管路上至少应安装两只滤器或一只双联滤器，其布置应能在不中断供给过滤燃油的情况下对滤器进行清洗。

6.5.1.10 泵与吸入管以及排出管之间应设有阀或旋塞，以便将泵和管路切断并打开进行维修。

6.5.1.11 燃油管路必须与其他管路隔离。

6.5.1.12 燃油和其他易燃油类的管系中的接头数量应保持最少，管路应予以遮蔽或适当保护，尽可能避免油雾或漏油射向热表面、电气设备、进入机器空气进口或其他着火源。如布置确有困难时，则该管子应位于良好照明与易于观察之处，且可拆卸管子接头应用带有适当泄放装置的防护遮蔽。

6.5.1.13 燃油和其他易燃油类，不得装在公共处所和船员舱室之前。

6.5.1.14 燃油舱柜不应位于较大失火危险区域或者与其相连接。但如果油柜由钢或其他等效材料制成，则可以在这种区域存放闪点不低于 60℃ 的燃油。铝合金燃油舱柜的布置，应对船体的破损予以特别考虑。但发动机的润滑油储油槽柜或安装在发动机上的润滑油过滤器罩壳可用铝制成。

6.5.1.15 燃油管及其阀件均应是钢质的或其他经认可材料制成，安装在燃油舱柜并承受静压头的阀件，可允许使用球墨铸铁。而且，普通铸铁的阀件可用在设计压力低于 0.7MPa 和设计温度低于 60℃ 的燃油管系上。经 CCS 同意，必要地方可限制地使用挠性管，但这种挠性管及其端部附件均应采用耐火的具有足够强度的认可材料制成，且这种管路不得穿过水密舱。

6.5.1.16 燃油管路不得穿过乘客舱、船员舱、行李舱或货舱。

6.5.1.17 燃油管路应布置在明显可见和易于接近的地方，并应适当设置固定或弹性元件以避免产生过大的位移和振动。

6.5.1.18 每一燃油管如损坏后会使燃油从设在双层底上方的贮油柜、沉淀柜和日用油柜溢出，则应在这些油柜上装设旋塞或阀门。

上述阀门或旋塞除能就地关闭外，尚须能在该舱柜所在处所之外易于接近且安全的地点进行遥控关闭。舱柜容量不大于 500l 的阀门或旋塞，可免设遥控关闭装置，但日用燃油柜除外。

6.5.1.19 沉淀舱柜应有放水设施。如果未设沉淀舱柜。则燃油舱或日用油柜应有放水设施。放水用的旋塞或阀应为自闭式的，且应有收集油柜排出含油污水的适当舱柜。

6.5.1.20 船舶应通过固定的燃油管加油。注入管应伸入燃油舱柜内并尽可能接近底部。

6.5.2 滑油管系

6.5.2.1 滑油泵排量及管路布置应能确保主机最大功率运转的需要。

6.5.2.2 滑油管系应符合 6.5.1.2、6.5.1.18 和 6.5.1.4 至 6.5.1.7 的规定，但下列情况除外：

(1) 只要经试验表明，玻璃视流器具有适当的耐火能力。则并不排除其在润滑系统中的应用；

(2) 如果装有适当的关闭装置，则可允许测量管位于机器处所内；

(3) 容积小于 500l 的润滑油储存柜，可允许不设 6.5.1.18 所要求的遥控阀。

6.5.2.3 滑油管系应与其他管系隔开。

6.5.2.4 滑油管系应装有滤器。滤器的结构应保证在不停机和不减少向发动机供应过滤滑油的情况下进行内部清洗。

6.5.2.5 滑油管系应设置下列规定的声、光安全装置：

(1) 滑油低压报警装置；

(2) 滑油失压自动停车安全装置。

6.5.2.6 如装有两台或两台以上柴油机，则每台柴油机油底壳引至滑油循环舱柜的泄油管应是独立的。

6.5.3 冷却系统

6.5.3.1 冷却系统应能够在所有运行工况下对润滑油和液压动力油（若设有时）进行合理的冷却，且使油温可靠地维持在规定的温度范围。

6.5.3.2 闭式冷却系统应设淡水膨胀水箱。

6.5.3.3 海水冷却管系或循环系统的冷却水泵应连接不少于两个舷外海水吸口，吸口应尽可能分布在两舷。

6.5.3.4 海水箱和海水冷却泵之间的管路应装有过滤器。其布置应使滤器清洗时不致中断冷却水的供应。

6.5.3.5 所有海水冷却的装置，均应有防蚀措施。

6.5.4 液压传动系统

6.5.4.1 液压系统的设计必须能可靠而满意地完成预定的用途。液压管路及配件强度应能承受管系内可能产生的最高波动压力。

6.5.4.2 液压传动管系中应设有滤油器和溢流阀，溢流一般应回至油箱。

6.5.4.3 管系中如设有蓄能器，则应在进油端装设溢流阀。气压式蓄能器的空气端应设有安全阀或易熔塞，否则应在管路上装设。

6.5.4.4 重要用途液压传动装置中的动力油泵应设有备用泵，且能迅速转换作用。

6.5.5 起动系统

6.5.5.1 驱动推进装置，垫升装置或发电机的柴油机或其他发动机，采用压缩空气起动机时，压缩空气系统应符合以下规定：

- (1) 空气瓶总量应在不补充空气情况下足以对每台柴油机起动不少于 6 次；
- (2) 船上的充气设备的总排量应能在 1h 内由大气压力升至 6.5.5.1(1) 规定连续起动所需的压力；
- (3) 每台空气压缩机的排出管应直接接至空气瓶。在压缩机和空气瓶之间设有油气分离器或过滤器；
- (4) 在通往每台发动机的起动空气管上应设截止止回阀；
- (5) 气缸直径大于 230mm 柴油机。其起动空气系统应安装火焰阻止器；
- (6) 从空气瓶到主、辅机的起动管路应与空气压缩机的排气管完全分开；
- (7) 空气压缩机应设压力表和安全阀。安全阀的开启压力不大于 1.1 倍工作压力。

6.5.5.2 驱动推进装置，垫升装置或发电机的发动机采用电起动方式时，启动设备的总容量必须在不再充装的情况下，足以对每台发动机起动不少于 6 次。

6.5.6 排气系统

6.5.6.1 发动机的排气管一般应设有有效的消音措施。

6.5.6.2 每台发动机的排气系统应为独立的。如 2 台或 2 台以上的柴油机排气管通向共同的消音器或经济器时，每个排气管应装设烟气隔离装置。

6.5.6.3 发动机排气系统的布置应最大限度减少排出废气进入发动机、风机（如设有）、有人舱室以及空调系统的进气口。

6.5.6.4 如果排气管穿过外板引至舷外，则应布置成能防止海水进入发动机。

6.5.6.5 若必要，排气管上设有排水设施。

6.5.6.6 位于夏季载重水线以上的不锈钢排气管的壁厚应不小于 2mm。位于夏季载重水线以下并带有海水冷却的不锈钢排气管，其材料应是含铬和镍 20% 以上，含钼 3% 以上的低碳级不锈钢。不锈钢排气管壁厚应满足表 6.5.6.6 的规定：

表 6.5.6.6

排气管外径 mm	最小壁厚 mm
$D < 76.1$	2.0
$76.1 \leq D < 108.0$	2.25
$108.0 \leq D < 159.0$	2.5
$159.0 \leq D < 267.0$	3.0
$267.0 \leq D < 457.0$	4.0
$D \geq 457.0$	4.5

6.5.6.7 带有膨胀波纹管的排气管应进行适当的调整、校直、夹紧。通常排气管与其他结构保持足够的距离，特别是这些结构是玻璃钢 (GRP) 的或 / 和铝的。

6.5.6.8 排气管、波纹管和连接法兰等表面应进行隔热处理。

6.5.6.9 铝合金材料不应长期暴露在温度超过 150℃ 场合下，以免降低其机械性能。

6.5.6.10 如采用 6.5.6.6 规定的不锈钢材质以外的排气管，则应能耐高温、耐海水和废气的腐蚀。

第 6 节 机器设备

6.6.1 柴油机

6.6.1.1 柴油机的设计与结构应能确保其安全可靠工作。

6.6.1.2 柴油机自由端驱动垫升风机或重要辅助机械时，应满足下列规定；

- (1) 曲轴自由端驱动机械总功率应不超过该柴油机允许的前端输出功率；
- (2) 应将前端输出功率等有关技术资料提供 CCS 备查，以确保前端传动设计的可靠合理。

6.6.1.3 柴油机在船上的安装应符合下列规定：

- (1) 机座应用可靠的方法固定在具有适当刚性的基础上；
- (2) 对于带有隔振支承的柴油机弹性安装时：
 - ① 应对支承的整个发动机系统的机械振动进行频率估算，且应向 CCS 提供估算结果以避免共振转速落入实际运行范围；
 - ② 隔振支承的固紧螺栓应严格按照制造厂规定的预紧力矩进行固紧；
 - ③ 对柴油机外部联接的部件，如管路等，应采用挠性联接；
 - ④ 应合理考虑轴系校中，以确保轴系正常运转。

6.6.1.4 气缸直径大于 220mm 或曲轴箱容积为 0.6m³ 及以上的柴油机，均应设有足够释放面积的曲轴箱防爆门。

6.6.1.5 防爆门开启压力应不超过 0.02MPa。防爆门的排气应有必要的防火或阻火设施。以尽量减少窜出火焰可能造成的危险和损伤。

6.6.1.6 驱动推进装置或垫升装置的每一台柴油机的调速器和保护装置应符合下列规定：

- (1) 应至少装设两套从操纵室操纵，且在任何运转工况下均能使柴油机快速停车的独立装置，但不必要要求在柴油机上装设双份执行器；对非国际航行船舶能在操纵室停止所有螺旋桨运转的装置可看作是上述两套装置之一；

(2) 应装有可靠的调速器，以使柴油机转速不超过额定转速的 115%；

(3) 应装设独立于调速器的超速保护装置，以防止柴油机转速超过额定转速的 120%。

6.6.1.7 驱动发电机的每一台柴油机须装的调速器和安全装置应符合下列规定：

(1) 对调速器：突然卸去或突然加上额定负荷时，其瞬时调速率和稳定调速率应分别不大于额定转速的 10% 和 5%；突加额定负荷时，稳定时间应不大于 5s；

(2) 柴油机额定功率大于 220kW 时，应装设独立于调速器的超速保护装置，以防止柴油机转速超过额定转速的 115%。

6.6.1.8 高压燃油泵和燃油喷嘴之间的所有外部高压供油管路，均应设有能容纳破损的高压油管所漏出燃油的防护套管系统。该套管系统应包括 1 个漏油收集装置和高压管破损报警装置。

6.6.1.9 驱动推进器装置和垫升装置的柴油机至少应设有下列规定的声、光报警装置：

(1) 滑油低压报警装置和滑油失压自动停车安全装置；

(2) 冷却水高温报警装置。

6.6.1.10 驱动发电机的柴油机功率大于 35kW，应设滑油低压声、光报警装置。

6.6.2 燃气轮机

6.6.2.1 用于海上高速船的燃气轮机应具有 CCS 认可的船用产品合格证书。

6.6.2.2 燃气轮机的设计、布置和安装应能使其在最高稳定转速内可靠地运转。并且不会因其可能出现的故障而损伤或危及船上人员或船舶的安全。

6.6.2.3 应设有适当的设施将燃气轮机在误起动或停车后可能进入喷管或排气系统内部的燃油排放至安全地点。

6.6.2.4 涡轮机应尽可能加以保护，防止可能吸入工作环境中的污染物而受到损坏。应采取措施，减少盐垢在压气机和涡轮上积聚，必要时，还要防止进气口结冰。

6.6.2.5 当设有隔音罩时，该隔音罩应把燃气发生器和高压油管完全包围，并设有隔音罩的探火和灭火系统。

6.6.2.6 燃气轮机装置的操纵台处，应设有手动停车装置，以备应急情况下迅速切断燃油供应。

6.6.2.7 燃气轮机除应装设调速性能为 CCS 可以接受的可靠调速器外，还应设有独立于调速器的超速保护装置，以防止燃气轮机转速超过额定转速 115%。

6.6.2.8 中间冷却器和热交换器的每侧应分别进行液压试验。试验压力为每侧最高工作压力的 1.5 倍。

6.6.2.9 燃气轮机应装设滑油低压保护装置，在滑油压力低于允许值时，应能自动切断燃油供应。

6.6.3 齿轮传动装置

6.6.3.1 用于海上高速船推进系统和垫升系统的齿轮传动装置应具有 CCS 认可的船用产品合格证书。

6.6.3.2 齿轮轴直径应不小于本章第 7 节对推力轴直轴的规定直径尺寸。

6.6.3.3 齿轮箱箱体应有足够的强度和刚度，并应设有观察窗和适当的透气装置。

6.6.3.4 齿轮传动装置的任意换排转速 (如是) 应不低于额定转速的 50%。

6.6.3.5 可倒顺齿轮传动装置的换向时间应不大于 15s。

6.6.3.6 齿轮传动装置的润滑油温度应不高于 70℃。如果齿轮轴承为滚动轴承时，滑油温度应不高于 80℃。

6.6.3.7 齿轮传动装置的压力润滑油系统 (如是) 应：

(1) 设置滑油低压声、光报警装置；

(2) 输入功率大于 1470kW 时，应设滑油高温声、光报警装置。

6.6.3.8 压力润滑系统中应设有滤器，并应能在不中断供应过滤油的情况下清洗滤器。对于燃气轮机齿轮传动装置的润滑系统应设有磁性滤器。

第 7 节 轴系和振动

6.7.1 一般规定

6.7.1.1 轴系的设计与布置必须对系统内所有的外力或内力、可能的热膨胀、机器的弹性安装、弹性联接等诸类因素的影响予以必要的考虑。

6.7.1.2 主推进轴系及其传动装置应能承受足够的倒车功率，倒车运转时应不引起主机的超负荷。

6.7.1.3 轴系的材料应符合 CCS《材料与焊接规范》中的有关规定。轴采用锻钢制造时，其材料的抗拉强度应符合下列规定：

(1) 碳钢和碳锰钢为 400 ~ 760N/mm²；

(2) 合金钢不超过 800 N/mm²。

如材料抗拉强度超过本章 6.7.1.3(1) 和 (2) 的限制值，则轴径计算应符合本章 6.7.2.1 的规定。

6.7.1.4 若轴系中采用碳钢和合金钢以外的材料，CCS 将作特别考虑。

6.7.2 轴的直径

6.7.2.1 轴的直径 d 应不小于按下式计算的值：

$$d = FC \sqrt[3]{\frac{N_e}{n_e} \left(\frac{560}{R_m + 160} \right)} \quad \text{mm}$$

式中： F ——推进装置型式系数，

$F=95$ ，对于涡轮推进装置、具有滑动型联轴节的柴油机推进装置和电力推进装置的中间轴；

$F=100$ ，对于所有其他型式的柴油机推进装置和所有螺旋桨轴；

C ——不同轴的设计特性系数（具体数值见表 6.7.2.1）；

N_e ——轴传递的额定功率，kW；

n_e ——轴传递 N_e 的额定转速，r/min；

R_m ——轴材料的抗拉强度。计算时，当采用碳钢和碳锰钢时，对于中间轴，如 $R_m > 760\text{N/mm}^2$ 时，取 760N/mm^2 ；对于螺旋桨轴和尾管轴，如 $R_m > 600\text{N/mm}^2$ 时，取 600N/mm^2 。当采用合金钢或不锈钢时，对于中间轴、螺旋桨轴及尾管轴，如 $R_m > 800\text{N/mm}^2$ 时，取 800N/mm^2 。

不同轴的设计特性系数 C

表 6.7.2.1

具有下列型式的中间轴					对在发动机外的推力轴		具有下列型式的螺旋桨轴			垫升轴系
整体连接法兰	液压无键套合联轴器	键槽	径向孔、横向孔	纵向槽	在推力环处向外等于推力轴直径的部分，其余部分可按圆锥减小到中间轴直径	滚柱轴承用作推力轴承时轴向轴承处	无键套合或法兰连接的螺旋桨轴、空气螺旋桨轴、喷水推进泵轴	有键螺旋桨轴	适用于 6.7.2.4 规定的螺旋桨轴长度以前的螺旋桨轴或尾管轴到尾尖舱舱壁部分的直径	
1.0 ^①	1.0 ^⑦	1.10 ^{②⑤⑧}	1.10 ^{③⑤}	1.20 ^{④⑤}	1.10	1.10	1.22	1.26	1.15	1.0

注：① 法兰根部过渡圆角半径应不小于 $0.08d$ 。

② 至少在键槽及从键槽两端延伸到 $0.2d$ 的长度范围内， C 取 1.10。在这个范围以外，轴的直径可以减至以 $C=1.0$ 的计算直径。键槽底部横截面的过渡圆角半径应不小于 $0.0125d$ 。

③ 至少在孔及从孔两边缘延伸到 $0.2d$ 的长度范围内， C 取 1.10。在这个范围以外，轴的直径可以减至以 $C=1.0$ 的计算直径。镗孔直径应不大于 $0.3d$ 。

④ 至少在槽及从槽两边延伸到 $0.3d$ 的长度范围内， C 取 1.20。在这个范围以外，轴的直径可以减至以 $C=1.0$ 的计算直径。一般槽长度应小于 $0.8d$ ，宽度应大于 $0.1d$ ，内径应小于 $0.8d$ 。槽的末端圆角不小于槽宽度的一半，槽的数量应不大于 3。

⑤ 当遇到轴上有多种型式时，则其修正时，多个系数应连乘计算。

⑥ 其中 d 为以 $C=1.0$ 时计算所得的值。

⑦ 当轴的扭振应力超过持续许用扭振应力 90% 时，则套合直径应增大，如增加直径 1~2%。

⑧ 对设有转速禁区的轴系，一般不采用键槽。

6.7.2.2 轴材料为合金钢或不锈钢时, 轴的直径 d 可取上述计算值的 0.9 倍。

6.7.2.3 尾尖舱舱壁前的螺旋桨轴或尾管轴直径可以向前逐渐减小到中间轴直径。

6.7.2.4 螺旋桨轴在从螺旋桨桨毂前面到尾管后轴承前端轴段的直径应不小于 6.7.2.1 规定的值。如这部分轴段长度小于规定直径的 2.5 倍, 则符合规定直径的轴段应由尾管后轴承前端向前延伸, 使具有规定直径轴段的长度不小于规定直径的 2.5 倍。

6.7.2.5 如轴的孔径 d_0 大于 $0.4d$ 时, 则轴的实际外径 d_a 应不小于按下式计算所得之值:

$$d_a = d \sqrt[3]{\frac{1}{1 - \left(\frac{d_0}{d}\right)^4}} \quad \text{mm}$$

式中: d ——按本节 6.7.2.1 计算的轴直径, mm;

d_0 ——轴的实际孔径, mm。

6.7.2.6 螺旋桨轴的圆柱体与圆锥体交界处, 不应有凸肩或圆角, 轴上键槽前端应平滑, 且呈汤匙形。其形状和尺寸一般可按图 6.7.2.6。图中 $r_1 < r_2 < r_3 < r_4$, $AB = BC = CD = x$ (x 为键槽深度)。 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 可参考下列数值:

$$r_1 = x/8, r_2 = 3x/8, r_3 = 3x/4, r_4 = x。$$

r_5 值见表 6.7.2.6。

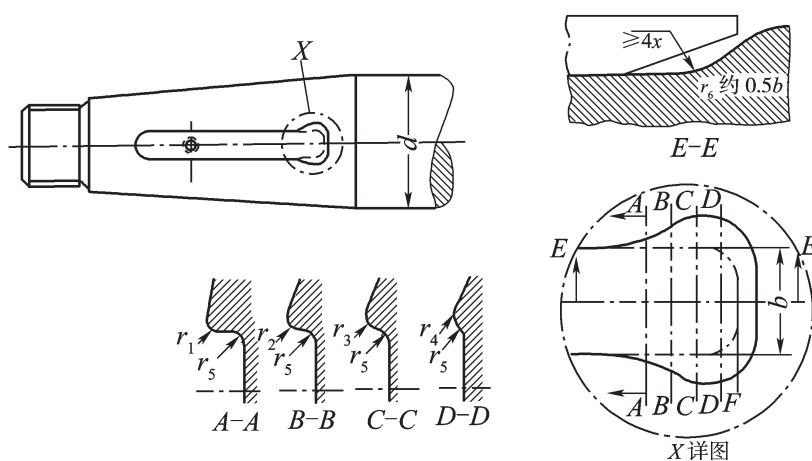


图 6.7.2.6

r_5 值

表 6.7.2.6

$d(\text{mm})$	$r_5(\text{mm})$
$d \leq 150$	3
$150 < d \leq 250$	4

6.7.3 轴套

6.7.3.1 螺旋桨轴在轴承挡处的铜套厚度 t 应不小于下式规定的值：

$$t = 0.03d + 7.5 \quad \text{mm}$$

式中： d ——螺旋桨轴在轴承挡处的直径，mm。

当采用不锈钢轴套时，轴套厚度取上述计算值的一半，但不小于 6mm。

位于轴承挡之间的铜套厚度可适当减少，但不应小于 $0.75t$ 。

6.7.3.2 轴套应是整体铸造。必要时，可以允许轴套由几段组成，但须采用 CCS 认可的方法将其焊成一体。

6.7.3.3 若两段轴套之间的轴使用玻璃钢或其他等效物包覆，则其包覆工艺及轴套衔接处的结构应能有效地防止海水浸入。

6.7.3.4 轴套套入到轴上前，应进行压力为 0.2MPa 的液压试验。

6.7.4 尾管及轴承

6.7.4.1 海水润滑的尾管后轴承的长度应不小于螺旋桨轴规定直径的 4 倍。

6.7.4.2 油润滑的尾管后轴承的长度应不小于螺旋桨轴规定直径的 2 倍，且：

- (1) 应装有认可型的油封装置；
- (2) 应有冷却润滑油的措施。

6.7.4.3 对于 CCS 已认可的有关新型轴承合成材料（如飞龙、赛龙等），其尾管后轴承长度经 CCS 批准后可适当减小。

6.7.4.4 尾管在船上安装之前，应作压力为 0.2MPa 的液压试验。

6.7.5 轴系传动装置

6.7.5.1 连接两轴的法兰联轴器，其法兰厚度应不小于 6.7.2.1 中间轴规定直径的 20%，且不能小于与轴材料抗拉强度相等的联轴器螺栓直径。法兰根部的过渡圆半径应不小于与联轴器连接轴直径的 8%。

6.7.5.2 连接螺旋桨的法兰联轴器，其法兰厚度应不小于邻近联轴器法兰处螺旋桨轴实际直径的 25%。法兰根部的过渡圆角半径应不小于联轴器处实际轴径的 12.5%。

6.7.5.3 法兰联轴器圆角处应光滑，且在螺栓头和螺帽处不形成凹槽。

6.7.5.4 夹壳式联轴器应装有键，夹紧长度应不小于联轴器处实际轴直径的 1.2 倍，且需保证夹紧后产生的摩擦力矩不小于传递的额定扭矩及必需考虑的振动扭矩之和。

6.7.5.5 联轴器完全依靠键安装到轴上时，键材料的抗拉强度不得小于轴材料的抗拉强度，键受剪切的有效截面积应满足下式的规定：

$$BL \geq \frac{d^3}{2.6d_m} \quad \text{mm}^2$$

式中： B ——键的宽度，mm；

L ——键的有效长度，mm；

d ——本节 6.7.2.1 确定的中间轴直径，mm；

对于合金钢轴，取 $\sigma_b = 400\text{N/mm}^2$ 后，按 6.7.2.1 公式计算所得值，mm；

d_m ——键中部处轴直径，mm。

6.7.5.6 无键液压套合到轴上的联轴器，应符合下列规定：

- (1) 一般可按经 CCS 审查批准的轴向推入量进行液压套合；
- (2) 套筒式联轴器应具有至少能传递 2.7 倍额定扭矩的能力，其最大过盈的当量应力不超过传递元件材料的屈服应力的 70%。

6.7.5.7 联轴器接合面处的螺栓应符合下列规定：

- (1) 紧配螺栓的直径 d_f 应不小于按下式规定的计算值：

$$d_f = 15.92 \times \sqrt{\frac{N_e \times 10^6}{n_e \times Z \times D \times \sigma_b}} \quad \text{mm}$$

式中： N_e ——轴传递的额定功率，kW；

n_e ——轴传递 N_e 时的转速，r/mm；

Z ——螺栓数；

D ——节圆直径，mm；

σ_b ——螺栓材料抗拉强度，N/mm²。所选材料抗拉强度不应小于 400N/mm²，计算时所取值应不小于中间轴材料的抗拉强度，但不高于 1000N/mm²。

- (2) 如采用普通螺栓时：

- ① 螺栓螺纹根部直径 d_n 应不小于下式计算的规定值：

$$d_n = 25 \times \sqrt{\frac{N_e \times 10^6}{n_e \times Z \times D \times \sigma_b}} \quad \text{mm}$$

式中符号意义与 6.7.5.7(1) 相同；

- ② 该螺栓安装时的预紧力计算需提交 CCS 审查批准。

6.7.5.8 单桨推进系统的液压离合装置应设有必要设施以便在失去液压的应急情况下至少能传递额定扭矩的 1/3。

6.7.6 轴系校中

6.7.6.1 推进轴系、垫升轴系的校中应做到在所有运转状态下具有合理的轴承反力和 CCS 可接受的轴弯曲应力。

6.7.6.2 轴承的数量以及布置应合理，且尽量把船体变形对轴系校中可能产生的影响减至最小。

6.7.6.3 若轴系采用合理校中的方法进行校中，轴系校中计算书和安装工艺应提交 CCS 批准。

6.7.7 轴系振动

6.7.7.1 只有在轴系振动计算书批准后，整个轴系和推进器的批准才是有效的。

6.7.7.2 所有海上高速船推进轴系的扭转振动特性计算应提交 CCS 审查，且应符合 CCS 有关规定。

6.7.7.3 功率大于 220kW 的垫升轴系的扭转振动特性计算应提交 CCS 审查，且其轴系部件（轴、联轴器、齿轮箱等）应符合 CCS 对推进轴系的相应规定。

6.7.7.4 所有海上高速船推进轴系的回旋振动特性计算应提交 CCS 审查。一般轴系回旋振动叶片次正回旋共振转速不应在 0.8 ~ 1.0 倍额定转速范围内出现。1 次正回旋共振转速应不大于额定转速 20% 以上

6.7.7.5 气垫船垫升轴系的回旋振动特性计算应提交 CCS 审查。一般轴系的回旋振动一次正回旋共振转速不应在 0.8 ~ 1.2 倍额定转速范围内出现。

6.7.7.6 轴系的扭转振动应力或振动扭矩超过 CCS 规定的持续运转许用值，应设置“转速禁区”，在此禁区内，机器不得持续运转。一般在 0.8 ~ 1.0 倍额定转速范围内不得设禁区。禁区范围照如下规定划分：

$$\frac{16n_c}{18-r} \sim \frac{(18-r)n_c}{16}$$

式中： n_c ——共振转速，r/min；

n_e ——额定转速，r/min；

$r = n_c/n_e$ 。

第 8 节 推进器

6.8.1 一般规定

6.8.1.1 用于海上高速船的推进器包括水螺旋桨、空气螺旋桨、喷水推进器或其他等效的推进装置。

6.8.1.2 螺旋桨桨叶固定螺栓应是锻钢材料制成，其材料最小抗拉强度不得小于 400N/mm²。

6.8.2 水螺旋桨

6.8.2.1 螺旋桨及其附件的固定螺钉、螺母等，均应有可靠的防止松动及防蚀措施。

6.8.2.2 为改善螺旋桨激励给予船体影响，应考虑螺旋桨与船壳板间必要的最小间隙。

6.8.2.3 螺旋桨桨叶厚度

(1) 螺旋桨桨叶厚度 t (定距桨为 0.25R 和 0.6R 剖面处，调距桨为 0.35R 和 0.6R 剖面处) 应不小于按下式计算所得的值：

$$t = \sqrt{\frac{Y}{K - X}} \quad \text{mm}$$

式中： Y ——功率系数，按下式计算：

$$Y = \frac{1.36A_1N_e}{Zbn_e}$$

$$\text{其中：} A_1 = \frac{D}{P} \left(K_1 - K_2 \frac{D}{P_{0.7}} \right) + K_3 \frac{D}{P_{0.7}} - K_4$$

D ——螺旋桨直径，m；

P ——计算剖面处的螺距，m；

$P_{0.7}$ ——0.7R 剖面处的螺距，m；

R ——螺旋桨半径，m；

N_e ——主机的最大持续功率，kW；

Z ——桨叶叶数；

b ——计算剖面处的桨叶宽度，m；

n_e ——主机最大持续功率时螺旋桨的转速，r/min；

K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 ——系数，查表 6.8.2.3(1)；

K ——材料系数，查表 6.8.2.3(2)，表以外的材料的 K 值可参照决定，并应取得 CCS 同意；

X ——转速系数，按下式计算：

$$X = \frac{A_2 G A_d n_e^2 D^3}{10^{10} Z b}$$

$$\text{其中：} A_2 = \frac{D}{P} (K_5 + K_6 \varepsilon) + K_7 \varepsilon + K_8$$

D 、 P 、 n_e 、 Z 、 b ——同 6.8.2.3(1)；

ε ——桨叶后倾角，°；

G ——桨叶材料密度，g/cm³；

A_d ——螺旋桨圆盘面积比；

K_5 、 K_6 、 K_7 、 K_8 ——系数，查表 6.8.2.3(1)。

表 6.8.2.3(1)

$r \backslash K_i$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
0.25R	634	250	1410	4	82	34	41	380
0.35R	520	285	1320	16	64	28	57	420
0.60R	207	151	635	34	23	12	65	330

表 6.8.2.3(2)

材料	抗拉强度 σ_b N/mm ²	材料密度 G g/cm ³	材料系数 K
碳钢与合金钢	440	7.9	0.57
铁素体与马氏体不锈钢	500	7.7	1.04
奥氏体不锈钢	450	7.9	1.04
1 级锰青铜 (Cu1)	440	8.3	1
2 级镍锰青铜 (Cu2)	440	8.3	1
3 级镍铝青铜 (Cu3)	590	7.6	1.38
4 级锰铝青铜 (Cu4)	630	7.5	1.17

(2) 对于随边尾翅的机翼型剖面，其 A_1 值应在按 6.8.2.3(1) 中列出的 A_1 公式算得的值的基础上增加 ΔA_1 值。 ΔA_1 值取 30% A_1 或者按该尾翅剖面的实际剖面数 W 计算：

$$\Delta A_1 = \left(\frac{11.25t^2b}{W} - 95 \right) \% A_1$$

式中： t ——计算剖面的桨叶厚度，mm；

b ——计算剖面处桨叶宽度，mm；

W ——计算剖面的实际剖面模数，mm³。

(3) 若根据可靠的伴流测量数据及详尽的疲劳分析方法设计螺旋桨，所得的桨叶厚度小于 6.8.2.3(1) 的规定时，则应将详细的桨叶应力计算书提交 CCS 审查；

(4) 根据螺旋桨的使用情况，CCS 可以要求提供详细的伴流数据或增大叶片厚度；

(5) 对于 n_e 超过 1000r/min，轴系与基线的夹角超过 5° 的螺旋桨，为避免在桨叶根部产生空蚀现象，应在每个桨叶的根部开减压孔，如通过螺旋桨模型试验验证的桨叶根部没有空泡产生，则可不开减压孔，但应向 CCS 提交模型试验报告。如桨叶根部开有减压孔，则决定根部剖面的桨叶厚度时应计及开孔的剖面损失；

(6) 螺旋桨制造材料应经 CCS 认可。

6.8.2.4 调距桨还应符合下列规定：

(1) 调距桨的液压传动系统必须装有独立的备用泵，其容量应不小于单机正常运转时所需的容量；

(2) 螺旋桨的液压传动系统、操纵系统等，应能确保桨的可靠正常工作；

(3) 任意工况下, 调距桨应能稳定工作, 0° 螺距角时, 其波动值不超过 $\pm 0.5^\circ$;

(4) 额定转速下操纵可调桨, 从正 (或负) 全负荷螺距角的 1/3 到负 (或正) 全负荷螺距角 1/3 所需时间不超过 15s ;

(5) 调距桨的叶片与桨毂间应有良好的防水、沙渗入及润滑油脂泄漏的密封装置。

6.8.2.5 螺旋桨与螺旋桨轴的安装应符合下列规定 :

(1) 螺旋桨与螺旋桨轴的连接螺栓应为紧配螺栓, 其直径至少应比 6.7.5.7(1) 计算的值增大 5% ;

(2) 螺旋桨轴锥端的锥度应不超过 1/12, 油压无键安装的螺旋桨, 锥度应不超过 1/15 ;

(3) 螺旋桨轴或桨毂孔的圆柱体与圆锥体交界处应光滑过渡, 不应有凸肩或圆角 ;

(4) 如用键安装时, 桨毂前端配合面的长度应不小于螺旋桨轴直径, 轴上键槽前端应平滑, 轴上键槽前端到轴锥部大端的距离应不小于 0.2 倍锥部大端的直径。键应用螺钉固定在轴上。螺钉孔不应放在距前端键长 1/3 范围内。螺钉孔深度应不超过螺钉孔直径, 且孔边缘应打磨光滑。

(5) 对于完全用键传递扭矩时, 键材料抗拉强度不应小于轴材料抗拉强度, 键受剪切的有效截面积应满足下列规定 :

$$BL \geq \frac{d^3}{2.35d_m} \quad \text{mm}^2$$

式中 : B —— 键的宽度, mm ;

L —— 键的有效长度, mm ;

d —— 本节 6.7.2.1 确定的中间轴直径, mm ;

对于合金钢轴, 取 $\sigma_b = 400 \text{ N/mm}^2$ 后, 按 6.7.2.1 公式计算所得值, mm ;

d_m —— 键中部处轴直径, mm。

(6) 螺旋桨油压无键安装 :

① 螺旋桨套合到轴上的推入量 S 应满足下式规定 :

$$S_1 \leq S \leq S_2 \quad \text{mm}$$

$$S_1 = \frac{1}{K} \left[47750 \times 10^4 \frac{N_e}{An_e} \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right) + (\alpha_2 - \alpha_1)(35 - t)d_1 + 0.03 \right] \quad \text{mm}$$

$$S_2 = \frac{1}{K} \left[0.7\sigma_s d_1 \frac{K_2^2 - 1}{\sqrt{3K_2^4 + 1}} \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right) - (\alpha_2 - \alpha_1)d_1 t \right] \quad \text{mm}$$

式中 : S_1 —— 最小轴向推入量, mm ;

S_2 —— 最大轴向推入量, mm ;

K ——螺旋桨轴端锥度, $K \leq 1/5$;
 N_e ——传递到螺旋桨轴的额定功率, kW ;
 n_e ——传递 N_e 时的转速, r/min ;
 A ——螺旋桨毂与螺旋桨轴的理论接触面积, mm^2 ;

$$C_1 = \frac{1+K_1^2}{1-K_1^2} - \mu_1 ;$$

$$C_2 = \frac{K_2^2+1}{K_2^2-1} - \mu_2 ;$$

$$K_1 = \frac{d_0}{d_1} ;$$

$$K_2 = \frac{d_2}{d_1}$$

d_0 ——轴中孔直径, mm ;
 d_1 ——套合接触长度范围内轴的平均直径, mm ;
 d_2 ——桨毂的平均外径, mm ;
 μ_1 ——0.30 ;

μ_2 ——螺旋桨材料的泊松比, 对铜质一般可取 $\mu_2 = 0.34$;

$$E_1 = 20.6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2 ;$$

E_2 ——螺旋桨材料的弹性模数, 对铜质一般可取 $E_2 = 11.77 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$;

t ——螺旋桨套合时的温度, $^{\circ}\text{C}$;

$$\alpha_1 = 11 \times 10^{-6} \text{ N/mm}^2 ;$$

α_2 ——螺旋桨材料的线膨胀系数, 对铜质的一般可取 $\alpha_2 = 18 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$;

σ_s ——螺旋桨材料的屈服强度, N/mm^2 。

- ② 在套合之前, 桨毂与轴锥部的实际接触面积应不小于理论接触面积的 70%, 一般可着色进行检查 ;
- ③ 在套合之前, 应使螺旋桨与轴的温度相等, 配合表面应清洁、无油脂。螺旋桨的配合情况应在车间内进行验证 ;
- ④ 作出与温度有关的安装曲线及相应的负荷资料, 应保留在船上。同时应具备有必要的拆装专用工具。

6.8.3 喷水推进器

6.8.3.1 高速船采用的喷水推进器应具有 CCS 的船用产品合格证书。

6.8.3.2 喷水推进器应具有承受所有可能运转工况的负荷的能力。

6.8.3.3 喷水推进器泵轴还应符合 6.7.2 的有关规定。

6.8.3.4 喷水推进器的安装, 包括轴系的对中, 应使推进系统所有运转工况正常安全工作。

6.8.3.5 喷水推进器泵体应进行 1.5 倍最大工作压力的液压试验。

6.8.3.6 应装设认可型的油封以防海水进入喷水推进器的油润滑部件。

6.8.3.7 喷水推进器起方向控制装置功能作用的部分应符合本章第 9 节的有关规定。国际航行船舶其控制系统应能从驾驶室内外操纵。

6.8.3.8 船体为铝合金时，喷水推进器安装在船上时，应考虑有效地防止电化腐蚀。

6.8.3.9 应在驾驶室设有显示喷水器水泵转速或压力和喷水器倒车斗位置的指示装置。

第 9 节 方向控制装置

6.9.1 一般要求

6.9.1.1 本节是对水舵、空气舵、舵桨装置以及其他等效的方向操纵控制装置的规定。

6.9.1.2 操舵装置应具有 CCS 认可的船用产品合格证书。

6.9.1.3 操舵装置的液压系统还须符合本章第 5 节的有关规定。

6.9.2 可靠性

6.9.2.1 海上高速船应设有主操舵装置和辅助操舵装置，以确保船舶的操舵控制不因它们中之一失效而受影响。

6.9.2.2 如果主操舵装置具有两台或两台以上的动力设备，则满足下列条件之一时，可免设辅助操舵装置：

(1) 当任一台动力设备不工作时，主操舵装置的工作仍能使 CCS 满意；

(2) 主操舵装置的管系或一台动力设备发生单项故障时，能采用隔离的方法，使操舵能力得以保持或迅速恢复。

6.9.2.3 采用具有方向控制功能喷水推进器的高速船，可免设辅助操舵装置。

6.9.2.4 主操舵装置采用非动力操纵控制的机构时，可免设辅助操舵装置。

6.9.2.5 操舵装置动力设备的动力源发生故障失效再恢复工作时动力设备应能立即起动运转。

6.9.3 报警

6.9.3.1 液压动力操舵装置每一液压系统的循环油箱应设低位报警器，且能在机器处所和驾驶室发出声、光报警信号。

6.9.3.2 操舵装置动力设备的动力源发生故障时，应在驾驶室发出声、光报警信号。

6.9.4 其他

6.9.4.1 人力操舵装置只有当其操作力在正常情况下不超过 160N，且确保结构不致对操舵手轮产生破坏性的反冲作用时，方允许装船使用。

6.9.4.2 所有海上高速船包括全垫升气垫船首推进器操作控制装置在内的操舵装置，其传动链中的任何故障出现应不会危及到船舶的安全。

第7章 电气装置

第1节 一般规定

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 本章规定适用于各种海上高速船上的电气装置。船长小于 20m 的高速船可按 CCS《沿海小船建造规范》的规定执行。

7.1.1.2 本章仅对与高速船安全有关的电气装置的系统设计和安装等作出规定。在高速船上使用的各种电气设备的制造和试验,应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇的有关规定。但环境条件应遵照本章规定。

7.1.1.3 船上电气装置^①应能确保:

(1) 为保持船舶处于正常操纵状态和满足正常生活条件所必需的所有电力辅助设备供电,而不求助于应急电源;

(2) 在各种应急状态下,向安全所必需的电气设备供电;

(3) 乘客、船员及船舶免受电气事故的危害。

7.1.1.4 电力系统的设计和安装应使船舶在航行中因电力故障而发生危险的可能性降至最低。

7.1.1.5 应采取预防措施,以减少由于疏忽或意外打开开关或断路器,而使主电源和应急电源中断供电的危险。

7.1.1.6 用于固定蓄电池之类的重物的装置,应尽可能防止由于搁浅或碰撞而产生的加速度引起过多的位移。

7.1.2 环境条件和工作条件

7.1.2.1 电气设备应在下列环境条件下正常地工作:

(1) 环境温度如表 7.1.2.1(1) 所列,但适用于电子设备的环境空气温度的上限为 55℃。

环境温度

表 7.1.2.1 (1)

介质	部 位	温 度℃	
		无限航区	除热带海区以外的有限航区
空气	封闭处所	0 ~ 45	0 ~ 40
	温度超过 45℃ (或 40℃) 和低于 0℃ 的处所	按这些处所的温度	按这些处所的温度
	开敞甲板	-25 ~ 45	-25 ~ 40
水		32	25

① 参见国际电工委员会 IEC-60092 号出版物“船舶电气设备”。

(2) 倾斜摇摆如表 7.1.2.1(2) 所列：

倾 斜 角

表 7.1.2.1 (2)

设备、组件	倾斜角(°)			
	横倾	横摇	纵倾	纵摇
应急电气设备、开关设备、电器和电子设备	22.5	22.5	10	10
上列以外的设备、组件	15	22.5	5	7.5

(3) 潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌。

(4) 船舶在正常营运中所产生的振动和冲击。

7.1.2.2 电气设备应能在表 7.1.2.2 规定的电压和频率偏离额定值的波动情况下可靠工作。

电压和频率的波动

表 7.1.2.2

设备	参数	稳态,%	瞬 态	
			%	恢复时间,s
一般设备	电压	+6 至 -10	± 20	1.5
	频率	± 5	± 10	5
自蓄电池供电的设备 充电期间接于蓄电池者	电压	+30 至 -25		
	充电期间不接于蓄电池者	电压	+20 至 -25	

7.1.2.3 交流电气设备应能在供电电源的谐波成分不大于 5% 的情况下工作。由半导体变流器供电者, 则应能在可能出现较大谐波成分的情况下正常工作。

7.1.3 设计和安装

7.1.3.1 所有电气设备的设计和安装应考虑安全和便于检修。

7.1.3.2 电气设备连接和紧固用的螺钉和螺母, 均应有防止其受振动而松脱和防止电化腐蚀的措施。

7.1.3.3 应急警报装置的控制装置, 应涂上红色和设有标明其用途的耐久铭牌。

7.1.3.4 调节电阻、起动电阻、充电电阻、电热器具以及其他在工作时能产生高温的电气设备, 在安装时应有防止导致附近物体过热和起火的措施。

7.1.3.5 电气设备不应贴近油舱、油柜或双层底储油舱等外壁表面安装。若必需安装时, 则电气设备与此类舱壁表面之间, 至少应有 50mm 的距离, 但 7.1.3.4 中规定的电气设备, 严禁在上述油舱、油柜外壁表面安装。

7.1.3.6 在机器处所内花钢板以下封闭的燃油分离机处所内不准安装插座。

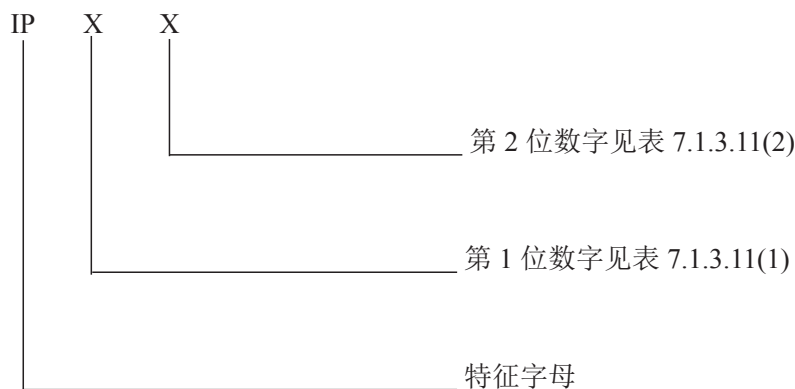
7.1.3.7 除安装在专用舱室内的电气设备外，其他电气设备的对地电压或工作电压超过 50V 的带电部分，均应有防止偶然触及的防护措施。

7.1.3.8 当电气设备的外壳温度超过 80℃时，应加防护措施或在布置上予以安排，以防止工作人员偶然触及而灼伤。

7.1.3.9 在水密的舱壁、甲板上，不应钻孔以螺钉紧固电气设备及电缆。

7.1.3.10 电气设备及电缆，不应安装在最高一层连续甲板以下的船舶外板上。

7.1.3.11 电气设备的外壳防护型式，应符合国际电工委员会 (IEC) 第 60529 号出版物《外壳防护式的分级》或与其等效的国家标准的规定。表示防护等级的标志符号由 IP 字母后面加两位数字组成：



第 1 位数字所代表的防护等级 表 7.1.3.11 (1)

第 1 位数字	防护等级	
	简要说明	定义
0	无防护	没有专门的防护
1	防护大于 50mm 的固体	人体大面积部分如手 (但对有意识的接触并无防护)。直径超过 50mm 的固体
2	防护大于 12mm 的固体	手指或类似物，长度不超过 80mm，直径超过 12mm 的固体
3	防护大于 2.5mm 的固体	直径或厚度大于 2.5mm 的工具、电线等。直径超过 2.5mm 的固体
4	防护大于 1.0mm 的固体	厚度大于 1mm 线或片状物，直径超过 1mm 的固体
5	防尘	并不防止全部尘土进入，但进入量不能达到妨碍设备正常运转的程度
6	尘密	无尘土进入

第 2 位数字所代表的防护等级

表 7.1.3.11(2)

第 2 位数字	防护等级	
	简要说明	定义
0	无防护	没有专门的防护
1	防滴	垂直滴水应无有害影响
2	15° 防滴	设备与垂直线成 15° 角时, 滴水应无有害影响
3	防淋水	与垂直线成 60° 角范围的淋水应无有害影响
4	防溅	任何方向溅水应无有害影响
5	防冲水	任何方向冲水应无有害影响
6	防猛烈海浪	猛烈海浪或强烈冲水时进入机壳水量应无有害影响
7	防浸水	浸沉在规定压力的水中经规定的时间后, 进入水量应无有害影响
8	防潜水	能长期潜水, 其技术条件由制造厂规定 注: 通常设备应完全密封, 但对某些类型设备, 在不产生有害影响的前提下, 可允许水进入设备

7.1.3.12 电气设备的外壳防护型式的选择, 应与安装的场所相适应, 除另有明文规定外, 其最低防护等级应符合表 7.1.3.12 的要求。

7.1.3.13 若需在有爆炸危险的处所安装电气设备, 则必须为符合下列要求的合格防爆电气设备:

(1) 防爆电气设备的制造和试验, 应符合 IEC60079 号出版物《爆炸性气体环境中使用的电气设备》或与其等效的标准。

(2) 应具有 CCS 认可的防爆主管试验机构核发的防爆合格证。

7.1.3.14 除另有明文规定者外, 高速船上通常使用下列几种类型的防爆电气设备:

- (1) 本质安全型 Ex“i”;
- (2) 隔爆型 Ex“d”;
- (3) 增安型 Ex“e”;
- (4) 正压型 Ex“p”;
- (5) 充砂型 Ex“q”;
- (6) 浇封型 Ex“m”。

此外, 具有正压型外壳、内装空气涡轮驱动发动机的灯具, 可认为是防爆灯具。

外壳防护等级的最低要求

表 7.1.3.12

(1) 处所	(2) 环境条件	(3) 防护等级	(4) 设备							
			配电板、控制设备、电动机起动器	发电机	电动机	变压器 半导体 变流器	照明设备	电热器具	电炊设备	附件 (例如开关、接线盒)
干燥的居住处所	只有触及带电部分的危险	IP20	×	—	×	×	×	×	×	×
干燥的控制室			×	—	×	×	×	×	×	×
控制室 (驾驶室)	滴水和 (或) 中等机械损伤危险	IP22	×	—	×	×	×	×	×	×
机炉舱 (花钢板以上)			×	×	×	×	×	×	×	IP44
舵机室			×	×	×	×	×	×	—	IP44
冷藏机室 (氨装置室除外)			×	—	×	×	×	×	—	IP44
应急机械室			×	×	×	×	×	×	—	IP44
一般贮藏室			×	—	×	×	×	×	—	×
配膳室			×	—	×	×	×	×	×	IP44
粮食库	×	—	×	×	×	×	×	—	×	
浴室	较大的水和 (或) 机械损伤危险	IP34	—	—	—	—	×	IP44	—	IP55
机炉舱 (花钢板以下)			—	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
围蔽的燃油分离器室			IP44	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
围蔽的滑油分离器室			IP44	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
压载泵舱	较大的水和 (或) 机械损伤危险	IP44	×	—	×	×	IP34	×	—	IP55
冷藏舱			—	—	×	—	IP34	×	—	IP55
厨房和洗衣间			×	—	×	×	IP34	×	×	×
双层底中的轴隧或管道	喷水危险货物粉尘存在, 严重机械损伤, 腐蚀性气体	IP55	×	—	×	×	×	×	—	IP56
干货舱			—	—	—	—	×	—	—	×
露天甲板	大量浸水的危险	IP56	×	—	×	—	IP55	×	—	×

7.1.3.15 允许在蓄电池室、油漆间和乙炔贮藏室(包括其通风管道)等有爆炸危险处所中安装的电气设备应符合下列要求:

- (1) 7.1.3.14 所列合格防爆电气设备,且其防爆类别和温度组别不应低于表 7.1.3.15 的规定;
- (2) 电缆(包括路过电缆和终端电缆)应为铠装型或敷设在金属管道中;
- (3) 防爆电气设备的开关、保护电器和电动机控制设备应能分断所有极或相,且应安装在非危险处所。

防爆类别与温度组别

表 7.1.3.15

处 所	防爆类别 ^①	温度组别 ^①
蓄电池室	IIC ^②	T1
油漆间	IIB	T3
乙炔贮藏室	IIC	T2
危险货物舱	按载运危险货物的类别	按载运危险货物的类别

注:① 本表和本篇以下章节所列防爆电气设备的防爆类别及温度组别,均采用 IEC60079 号出版物《爆炸性气体环境中使用的电气设备》或与其等效的标准。

② 本表和本章以下各节所列防爆电气设备的防爆类别 II A、II B、II C 仅适用于隔爆型电气设备及本质安全型电气设备,若采用其他类型防爆电气设备,则应采用 II 类设备。

7.1.4 接地

7.1.4.1 电气设备的带电部件以外的所有可接近的金属部件均应接地,除非这些电气设备符合下列条件之一:

- (1) 所用电的电压,直流不超过 50V 或导体间均方根不超过 50V;不应用自耦变压器实现这个电压;或
- (2) 由安全绝缘的变压器供电,电压不超过 250V,同时这种变压器只向一个用电装置供电;或
- (3) 是根据双层绝缘原理制造的。

7.1.4.2 如果电气设备直接紧固在船体的金属结构上或紧固在与船体金属结构有可靠电气连接的底座(支架)上,可不另设置专用导体接地。

7.1.4.3 不论是专用导体接地或靠设备底座(或支架)接地,其接触面均应光洁平贴,保证有良好的接触,并应有防止松动和生锈的措施。

7.1.4.4 若采用专用导体接地,则其导体应用铜或导电良好的耐蚀材料制成,必要时应有防止机械损伤及防蚀措施。不同型式的铜接地导体的标称截面积应不低于表 7.1.4.4 规定。

接地导体的截面

表 7.1.4.4

接地导体的型式	相关的载流导体截面积 S mm^2	铜接地导体为最小截面积 Q mm^2
软电缆或软电线中的连续接地导体	$S \leq 16$	$Q = S$
	$S \geq 16$	$Q = S/2$, 但不小于 16
固定敷设电缆中的连续接地导体	$S \leq 16$	$Q = S$, 但不小于 1.5
	$S \geq 16$	$Q = S/2$, 但不小于 16
单独固定的接地导体	$S \leq 2.5$	$Q = S/2$, 但不小于 1.5
	$2.5 < S \leq 120$	$Q = S/2$, 但不小于 4
	$S > 120$	$Q = 70$

7.1.4.5 可移动和可携电气设备的不带电的裸露金属部分，应以附设在软电缆或软电线中的连续接地导体，并通过插头和插座接地。其接地导体的截面积应符合表 7.1.4.4 的要求。

7.1.4.6 电缆的金属护套或金属外护层应于两端作有效接地，但最后分路允许只在电源端接地。对控制和仪表设备的电缆，由于技术上的原因，若一端接地较为有利时，则不必两端接地。

7.1.4.7 应保证电缆的金属护套或金属外护层在其全长上，特别是在连接处和分支处保证电气上的连续性。

7.1.4.8 不能只用电缆的铅护套作为接地的唯一措施。

7.1.4.9 用于平时不载流的工作接地线，其截面积应为载流导线的截面积的一半，但应不小于 1.5mm^2 。

7.1.4.10 非金属船体的高速船应满足如下规定：

(1) 船上全部电气设备的金属部件应连接在一起，以形成一个连续的导电系统，并连接至一块面积不小于 0.2m^2 厚度不小于 2mm 的任何金属表面的接地板上，此金属接地板的位置应保证在任何航行状况下均浸没在水中。在连接时应尽可能考虑到不同金属之间的电化腐蚀；

(2) 燃油舱中金属部件里的独立元器件也应连接至接地导体；

(3) 每一个压力加油点应设一能使加油设备与船舶连续接地导体连接的设施；

(4) 能释放静电的金属管应在其全长上保持电气连续性，并应可靠接地；

(5) 用作静电释放或设备的搭接而将船上金属部件相互连接的导体应以截面积不小于 5mm^2 的铜导体或具有相同载流能力的铝导体制成；

(6) 应设有可靠的避雷针；

(7) 避雷针应以直径不小于 12mm 的铜导体或具有相同载流能力的铝导体制成，避雷针应至少高出桅顶 300mm ；

(8) 避雷针应以截面积不小于 70mm^2 的铜导体或具有相同载流能力的铝导体与 (1) 所述的金属接地板作可靠的电气连接；

(9) 接地导体与金属部件之间的电阻不应超过 0.02Ω ，除非经证明更高的电阻不会引起危险。连接导体应具有足够的截面积以使传送其所承受的最大电流而无过多的电压降。

7.1.4.11 对金属船体而具有非金属桅的高速船，其避雷装置应满足 7.1.4.10 中 (6)、(7)、(8)、(9) 的规定。

7.1.4.12 铝质船体的高速船，其设备接地应满足如下规定：

(1) 推进主机和相关机器部件要求接地时，可采用浮动接地方式；

(2) 原则上，交流电力系统应一直与船体保持良好绝缘；

(3) 除起动用蓄电池外，蓄电池通常不与推进主机和相关机器部件采用共同接地。当蓄电池有必要与船体接地时，必须将其负极与船体连接。

第 2 节 配电系统

7.2.1 配电系统

7.2.1.1 可采用下列配电系统：

(1) 直流：双线绝缘系统；

(2) 交流：双线绝缘系统；

三线绝缘系统；

四线绝缘系统；

三相四线中性点接地系统。

注：①当使用闪点为 $35^\circ\text{C} \sim 43^\circ\text{C}$ 的燃油时，则应满足 6.5.1.1(4) 和 (5) 的规定。

7.2.1.2 直流或交流配电系统的最高电压应不超过表 7.2.1.2 的规定。

配电系统的最高供电电压

表 7.2.1.2

序号	用途	最高电压 (V)	
		直流	交流
1	(1) 固定安装并连接于固定布线的动力设备、电炊设备和除室内取暖器以外的电热设备； (2) 固定安装的动力设备和除室内取暖器以外的电热设备，由于使用上的原因需用软电缆连接者； (3) 以软电缆与插座连接，运行中不需手握持，并以截面符合 7.1.4.4 要求的连续接地导体可靠接地的可移动设备，例如电焊、变压器等	500	500
2	(1) 居住舱室内的照明设备、取暖器 (2) 向下列设备供电的插座： ① 具有双重绝缘的设备； ② 以符合 7.1.4.4 要求的连续接地导体接地的设备	250	250
3	人特别容易触电的场所。例如：特别潮湿、狭窄处所中的插座： (1) 用或不用隔离变压器供电 (2) 由只供一个用电设备的安全隔离变压器供电，这些插座系统的两根导线均应对地绝缘	50 250	50 250

经 CCS 同意，可采纳较高的电压供推进之用。

7.2.1.3 交流配电系统的标准频率为 50Hz 或 60hz。

7.2.1.4 用于电力、电热和照明的绝缘配电系统，不论是一次系统还是二次系统，均应设有连续监测绝缘电阻，且能在绝缘电阻异常低时发出听觉或视觉报警信号的绝缘电阻监测装置。但对局部二次配电系统，CCS 可允许采用手动绝缘检测设备。

7.2.1.5 对交流三线或四线系统，应在最后分路上将用电设备加以组合，以便在正常情况下，使各相负载在分配电板、区配电板以及主配电板处尽可能平衡在其各自额定负载的 15% 以内。

7.2.2 电路保护

7.2.2.1 电气装置中应设置合适的保护电器，以能在发生包括短路在内的意外过电流故障时对其进行保护。各保护电器的性能及其布置应能实现完善协调的自动保护，以保证：

- (1) 在某一处发生故障的情况下，通过保护电器的选择性作用确保无故障重要设备电路的供电连续性；
- (2) 消除故障的影响，以尽可能减少对系统的损害和发生火灾的危险；

在这种情况下，在允许的时间内，系统中的所有元件应能承受可能出现的过电流（包括短路）所产生的热效应和机械应力。

7.2.2.2 在配电系统的每一不接地的极或相上均应设有短路保护。

7.2.2.3 过载保护应设置在：

- (1) 直流双线绝缘系统或交流单相绝缘系统——至少一个极或相上；
- (2) 交流三相绝缘系统——至少二相上。

7.2.2.4 应采用能同时分断所有极或相的断路器作发电机的过载和短路保护，其过载保护应与发电机的热容量相适应，并满足下列要求：

(1) 过载 10% ~ 50% 之间，经少于 2min 的延时，断路器应分断；

建议整定在发电机额定电流的 125% ~ 135%，延时 15 ~ 30s 断路器分断；

(2) 过电流大于 50%，但小于发电机的稳态短路电流。经与系统选择性保护所要求的短暂延时后断路器应分断；

断路器的短延时脱扣器建议按如下规定进行整定：始动值为发电机额定电流的 200% ~ 250%，延时时间：直流最长为 0.2s，交流最长为 0.6s。

7.2.2.5 单机容量小于 50kW(或 kVA) 且不并联运行的发电机，可采用一多极联动开关，并在每一绝缘极上设一熔断器作保护。

7.2.2.6 电力和照明变压器的初级电路，应以多极断路器或多极开关加熔断器作短路保护和过载保护。过载保护也可设在次级电路中。

7.2.2.7 每一馈电线路应以同时分断所有极或相的多极断路器或多极开关加熔断器作过载和短路保护。

7.2.2.8 当采用多极开关加熔断器作过载和短路保护时，应满足如下要求：

(1) 主配电板引出的馈电分路上的熔断器，应设于汇流排与开关之间；

(2) 分配电板引出的等于及小于 60A 的最后分路，且由它供电的用电设备可在它的附近关闭时，则可免设开关。

7.2.2.9 供电给具有独立过载保护的用电设备(例如电动机) 的线路可仅设短路保护。

7.2.2.10 操舵装置馈电线路的保护应符合 7.5.2.2 的规定。

7.2.2.11 岸电箱至主配电板间的固定敷设连接电缆，应以断路器或开关加熔断器进行保护，此项保护应设于岸电箱中。

7.2.2.12 一般情况下由主配电板供电给应急配电板的互馈线，应在主配电板上设有过载和短路保护。若允许反向供电时，则还应在应急配电板上至少设有该馈线的短路保护。

7.2.2.13 容量大于 0.5kW 和所有重要设备电动机，均应设有独立的过载、短路保护以及欠电压保护。电动机及其专用馈电电缆允许采用公共的短路保护。

7.2.2.14 每一照明电路应设有过载和短路保护。

7.2.2.15 蓄电池组(除起动用蓄电池外) 均应设有短路保护，其保护电器应尽可能靠近蓄电池组。

7.2.2.16 每一蓄电池充电器，应设有由于充电器电源电压的降低或丧失而导致蓄电池放电的合适的逆电流保护。

7.2.2.17 电压表、测量仪表的电压线圈、接地指示器、指示灯以及它们的连接导线应采用熔断器加以保护。但若满足下列所有条件时，则指示灯本身可以不设保护：

- (1) 指示灯与设备装在同一壳体内；
- (2) 指示灯从设备壳体内部电路供电；
- (3) 设备中保护电器的定额小于 25A；
- (4) 指示灯电路的故障不会导致重要设备供电的失效。

7.2.2.18 控制和保护用电器及设备的电压线圈应采用熔断器进行保护。但若满足下列条件，则其本身可不设保护：

- (1) 线圈与设备在同一壳体内，且由一总的保护电器进行保护；
- (2) 线圈由设备的电路供电，且该电路的保护电器的定额小于 25A。

7.2.2.19 电力半导体设备应设有过载和短路保护。

7.2.2.20 应有标明每一电路过载保护电器额定值或相应整定值的耐久标志，该标志应设于保护电路的所在位置。

7.2.3 对客运高速船的要求

7.2.3.1 双套船舶必需的用电设备应由两路相互独立的电源供电。在正常工作期间，两路电源可以连在同一电力线路上，但应设有易于隔离的装置，每套电源应能向维持推进装置、操舵装置、稳定装置、航行设备、照明，以及通风设备的控制所必需的所有设备供电，并允许最大的重要电机在任何负载情况下起动。非重要设备可允许使用自动负载分断器。

7.2.4 对货运高速船的要求

7.2.4.1 双套船舶必需的用电设备应由两路相互独立的电源供电。在正常工作期间，这些用电设备可以直接或通过分配电板或组合起动器与同一电力线路相连，但可由可移式联结器或其他认可装置进行隔离，每一电力线路应能向维持推进装置、操舵装置、稳定装置、航行设备、照明，以及通风设备的控制所必需的所有设备供电。并允许最大的重要电机在任何负载情况下起动。无论如何，根据 7.1.1.4 的要求，可允许在正常工作下的容量有所减少，非双套船舶必需的用电设备可允许直接或通过分配电板连接至应急配电板。非重要设备可允许使用自动负载分断器。

第 3 节 主 电 源

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 应配备能足以供 7.1.1.3 所述设备用电的主电源。主电源应至少由 2 套发电机组所组成。

7.3.1.2 这些发电机组的功率，应是当任一发电机组停止工作或发生故障时，仍能保证对正常推进操作和安全所必需的设备供电。最低舒适居住条件也要得到保证，至少包括烹调、取暖、食品冷冻、机械通风、卫生和淡水等设备的供电。

7.3.1.3 主电源可以是：

- (1) 由独立的原动机驱动的发电机；
- (2) 由主机轴带的发电机。

7.3.1.4 7.3.1.3 所述主电源可以组合使用，但应满足下列要求：

- (1) 当独立和组合连接时，电源应正常供电；
- (2) 任一电源失效或发生故障时，都不应发生危险和损害其他电源对所有重要设备供电的能力。

7.3.1.5 由两台或两台以上恒压推进发电机组并联供电的电力推进船舶，其日常负载所需电力也来自推进发电机组时，若能满足以下条件，则不必另设日常发电机：

当一台推进发电机组不工作时，剩余的机组应能向所有的重要设备和船舶的常用设备供电，同时应维持有效的推进。

7.3.1.6 主电源装置应是：不论主机或轴系的转速和旋转方向如何，均应保证 7.1.1.3 所述设备的供电。

7.3.1.7 若采用在船舶航行中会改变转速的主机驱动的轴带发电机作为主电源，应满足下列要求：

- (1) 发电机应设有控制装置；
- (2) 在发电机的整个设计转速范围内变化时，其端电压的变化应保证受电设备仍能可靠地工作；
- (3) 至少在主机额定转速的 75% ~ 100% 范围内发电机应能输出额定功率；
- (4) 具有一定的过载能力；
- (5) 线电压波形的正弦性畸变率可以高于 5%，但应采取措施，以保证不干扰受电设备或其他设备，

如无线电、航行设备的工作（仅适用交流发电机）。

7.3.1.8 在正常由一台以上发电机并联运行同时供电的情况下，应设有自动卸载等保护措施，以确保持运行中任何一台发电机停止工作后，其余发电机能继续运行，并保持对推进、操舵和保证船舶安全必需设备的供电。

7.3.1.9 在正常由一台发电机供电的情况下，应提供措施，以能在失电后自动起动备用发电机，并自动连接至主配电板。该备用发电机应具有足够的容量，以保证重要辅助设备的自动起动或自动顺序起动。备用发电机应尽快自动起动并连接至主配电板，最好在失电后 30s 内，最长不超过 45s 内完成。对于发电机总容量不超过 250kVA 的非国际航行高速船，可免除此款要求。

7.3.1.10 此外，发电机组应保证在任一发电机或其原动力源失效时，其余发电机组仍能向主推进装置自瘫船状态起动所必需的设备供电。应急电源可用于从瘫船状态起动主推进装置，其条件是其容量不论是单独使用或与其他发电机联合使用，应足以向 7.4.4.1(1) 至 7.4.4.1(3) 或 7.4.5.1(1) 至 7.4.5.1(4) 所规定的各项设备提供足够的电力。

7.3.1.11 如果变压器成为主电源供电系统的必要部分时，则其台数、容量和布置应满足下列要求：

(1) 应能在任何一台变压器停止工作时，其余变压器应足以保证正常推进和船舶安全所必需设备安全运转，同时最低舒适居住条件也应得到保证，至少应包括烹调、取暖、食品冷冻，机械通风、卫生和淡水等设备的供电；

(2) 每一变压器均应具有外壳和等效的分隔，以能形成一独立单元，且其初级和次级侧均应设有独立的电路；

(3) 每一初级电路的每一相上均应设有开关和保护；

(4) 每一次级电路均应设有极隔离开关。

7.3.1.12 主汇流排应至少分成两部分，应由断路器或其他经认可的装置来连接；发电机组和其他双套设备的连接应尽实际可行在这两部分中平均分配。对于 B 类船舶，主汇流排及其相关发电机的每一部分都必须安装在独立的舱室内。对于发电机总容量不超过 250kVA 的非国际航行高速船，可免除此款要求。

7.3.2 主配电板的安装

7.3.2.1 主配电板相对于一个主发电站的位置，应尽可能具有正常供电的完整性，使其只有在同一处所发生火灾或其他事故才会受到影响。主配电板的围蔽，例如利用位于该处所界限内的机器控制室所提供的围蔽，不能视作配电板与发电机隔开。对于机舱布置较特殊的高速船，若此条规定被认为不合理或不合乎实际时，可免除此要求。

7.3.2.2 主配电板的后面和上方不应设有水、油及蒸汽管、油柜以及其他液体容器。若不能避免时，则应有可靠的防护措施。

7.3.2.3 主配电板的前后，均应铺有防滑和耐油的绝缘地毯或经绝缘处理的木格栅。

7.3.2.4 主配电板的前后应留有足够宽度的通道。其前面通道的宽度一般为 0.8m，若实际不可行时，经同意可适当减小，但应至少为 0.6m。后面通道的宽度应至少为 0.6m。若配电板的结构型式可在前面和侧面进行维护检查和更换部件时，则允许不设后通道。

7.3.2.5 除安装在机器控制室中的主配电板外，均应在其后通道的入口处配置带锁的门。当主配电板长度超过 4m 时，主配电板后通道的两端均应设门。

第 4 节 应急电源

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 高速船应备有一个独立的应急电源。

7.4.1.2 应急电源、临时应急电源和应急配电板应安装在第 4 章规定的破损状态下船舶最终处所的水线以上部位和易于到达的处所内。

7.4.1.3 应急电源、临时应急电源和应急配电板相对于主电源的位置应确保在主电源所在处所或任何机器处所发生火灾或其他事故时不致妨碍应急电源的供电配电。设有应急电源、临时应急电源和应急配电板的处所，应尽实际可能不与机器处所或主电源所在处所的界限面相毗邻。

7.4.1.4 若采取了适当措施使在所有情况下均能确保独立的应急操作，则应急发电机可以例外用来短时间地向非应急电路供电。

7.4.1.5 应急电源可以是发电机，该发电机应符合下列要求：

(1) 由一台具有独立的冷却装置和燃油供给的适当的原动机驱动，其燃油的闪点应符合第 6 章的规定；

(2) 在主电源供电失效时应能自动起动，并自动连接至应急配电板，且 7.4.6.2 规定的各项设备也应能自动换接至应急发电机供电；自动起动系统和原动机的特性，均应能使应急发电机在安全和实际可行的前提下尽快地承载额定负载（最长不超过 45s）；和

(3) 客船应设置符合 7.4.6.1 规定的临时应急电源。对于货船，如果应急发电机不能满足上述 (2) 的要求，应设置临时应急电源。

7.4.1.6 符合 7.4.3.1 的要求免设应急电源的遮蔽或平静水域航区营运限制的 A 类客船可不设置临时应急电源。

7.4.1.7 应急电源也可以是蓄电池组，该蓄电池组应符合下列要求：

(1) 承载应急负载而不必再充电，并在整个放电期间蓄电池组的电压变化应能保持在额定电压的 $\pm 12\%$ 范围内；

(2) 当主电源供电失效时，自动连接至应急配电板；

(3) 至少能立即向 7.4.6.2 所列各项设备供电。

7.4.1.8 若以蓄电池组作为应急电源时，应由可靠船上电源就地向其充电。无论电池是否在充电，充电装置均能向负载供电。应采取措施尽可能减少对电池组过充电或过热的损坏。应采取有效的通风措施。

7.4.1.9 应急配电板应尽可能靠近应急电源安装，并符合下列要求：

(1) 若应急电源为发电机，则应急配电板应与应急发电机安装在同一处所，但若应急配电板的工作会因此受到妨碍者，则可例外；

(2) 作为应急电源或临时应急电源用的蓄电池组，不应与应急配电板安装在同一处所。除非采取了抽出蓄电池组所排放的气体的适当措施，或采用密封式蓄电池组，并征得 CCS 同意者。

7.4.1.10 在船舶操纵室的适当地点应装设指示器，以指示应急电源或临时应急电源的蓄电池组正在放电。

7.4.1.11 在正常情况下，应急配电板应通过相互连接的馈电线由主配电板供电。该馈电线应按 7.2.2.13 的规定设置保护，并应能在主电源供电失效时在应急配电板处自动切断。应急配电板在非应急状态下使用时发生的故障，不应影响船舶的航行构成危害。

7.4.1.12 为了保证应急电源的迅速可用，必要时应设有在应急配电板上自动将非应急电路切断的设施，以确保向应急电路供电。

7.4.1.13 应急发电机及其原动机和任何应急蓄电池组的设计和布置，应于船舶正浮和有符合 7.1.2.1 的横倾或纵倾状态，包括第 4 章所考虑到的各种损坏状态或任何组合倾斜角度达到最大时，仍能以额定功率发挥作用。

7.4.2 应急发电机组的起动装置

7.4.2.1 应急发电机组的原动机，在 0℃ 下应具有冷机起动的能力。如不具备这种能力，或可能遇到更低温度时，可装设一个加热辅助装置以保证应急发电机组的低温起动性能。

7.4.2.2 每台应急发电机组应备有至少能供三次连续起动的能源的起动装置，除非备有应急发电机的第二套独立起动装置，否则如仅配备一套能源则应加防护，以防自动起动系统引起能源耗尽。此外，还应配备在 30min 内能起动三次的第二能源，但人工起动能被证明是有效者除外。

7.4.2.3 所储备的起动能源，应始终保持如下：

(1) 电力和液压起动系统应由应急配电板保持；

(2) 压缩空气起动系统可由主或辅空气瓶通过一个适当的止回阀或由一台应急空压机来供气，如应急空压机用电力驱动，则由应急配电板供电；

(3) 所有起动、充电和能源储备装置应设于应急发电机处所。这些装置除起动应急发电机组外，不应作其他目的使用。但这并不排除通过设在应急发电机处所内的止回阀从主或辅压缩空气系统向应急发电机组的空气瓶供气。

7.4.3 应急电源的免设

7.4.3.1 遮蔽或平静水域航区营运限制的 A 类客船和遮蔽或平静水域航区营运限制的货船可不设 7.4.1 所要求的应急电源,但应设一独立的蓄电池组作为附加电源,该附加电源不应与主电源在同一处所,其容量应足以对下列设备供电 1h:

- (1) 失控灯;
- (2) 通用报警系统;
- (3) 甚高频无线电话。

7.4.3.2 若高速船上的主电源分设于两个或两个以上处所中,各处所中的主电源均自成系统,包括配电和控制系统在内均完全相互独立,从而能使在某一处所发生火灾或其他事故情况下,不致影响到其他处所的正常配电,或不影响 7.4.4.1 和 7.4.5.1 所要求的各项设备使用,则可考虑达到 7.4.1.1、7.4.1.2 和 7.4.1.4 的要求,而无需附加的应急电源,只要求:

- (1) 在两个或两个以上处所中的每个处所中,至少应设一台符合 7.1.2.1 要求的发电机组,每台发电机组的容量应足以向 7.4.4.1 和 7.4.5.1 的各项设备供电;
- (2) 按 (1) 要求的每一处所的布置应满足 7.4.1.9 ~ 7.4.1.12 和 7.4.2 的要求,以保证 7.4.4.1 和 7.4.5.1 所规定的设备能随时从一个电源获得供电;
- (3) 本条 (2) 所要求的发电机组的安装位置应使其在任何一个舱室破损或浸水后仍能正常工作。

7.4.4 适用于非国际航行高速船和国际航行 A 类客船的供电范围和时间

7.4.4.1 应急电源应有足够的容量,以确保在应急情况下向必要的设备供电,并应考虑到这些设备可能要同时工作。在计及了起动电流和某些负载的瞬变特性后,应至少能同时按以下规定的时间对下列设备供电:

- (1) 对下列各处的应急照明供电 5h:
 - ① 客船:救生艇筏的存放、准备、降落和布置处所以及登乘该艇筏的设备的处所;
 - ② 非国际航行货船:救生设备存放处;
 - ③ 所有逃生通道,如走廊、梯道、居住和服务处所的出口、救生艇筏登乘处;
 - ④ 公共处所内;
 - ⑤ 机器处所及主应急发电机处所,包括它们的控制位置;
 - ⑥ 操纵站内;

⑦ 消防员装备贮放处所；

⑧ 操舵装置处。

(2) 对下列设备供电 5h：

① 主要航行灯（失控灯除外）；

② 在疏散时用于通知旅客和船员的船内通信电气设备；

③ 探火和通用报警系统，以及手动失火报警按钮；和

④ 灭火系统的遥控装置（如为电动时）。

(3) 对下列设备间断工作 4h：

① 白昼信号灯，若本身无独立蓄电池组供电者；

② 船舶号笛（如为电动时）。

(4) 对下列设备供电 5h：

① 主要电动仪表和推进器的控制装置，若这些设备无替换电源时；

② 应急状态下所需的无线电设备以及其他负载。

(5) 对失控灯供电 12h：

(6) 对方向控制设备的电力传动装置，包括那些要求向前和向后推进的设备，供电 10min，除非有经 CCS 认可的手动装置。对配备双螺旋桨推进装置的高速船，如果应急电源不能向舵机供电，则应至少由两条独立电路从主电源供电。

7.4.5 适用于国际航行的 B 类客船和国际航行货船的供电范围和时间

7.4.5.1 应急电源应有足够的容量，以确保在应急情况下向必要的设备供电，并应考虑到这些设备可能要同时工作。在计及了起动电流和某些负载的瞬变特性后，应至少能同时按以下规定的时间对下列设备供电：

(1) 对下列各处的应急照明供电 12h：

① B 类客船：救生艇筏的存放、准备、降落和布置处所以及登乘该艇筏的设备的处所；

② 国际航行货船：救生设备存放处；

③ 所有逃生通道，如走道、梯道、居住和服务处所的出口处，救生艇筏登乘处等；

④ 乘客舱室及货船的公共处所（如设有时）；

- ⑤ 机器处所及主应急发电机处所，包括它们的控制位置；
- ⑥ 操纵站内；
- ⑦ 消防员装备存放处所；
- ⑧ 操舵装置处。

(2) 对下列设备供电 12h：

- ① 现行国际海上避碰规则所要求的航行灯和其他灯；
- ② 在疏散时用于通知旅客和船员的船内电气通信设备；
- ③ 探火和通用报警系统，以及手动失火报警按钮；
- ④ 灭火系统的遥控装置（如为电动时）。

(3) 对下列设备间断供电 4h：

- ① 白昼信号灯，如本身无独立蓄电池供电者时；
- ② 船舶号笛（如为电动时）。

(4) 对下列设备供电 12h：

- ① 航行设备，当此项规定为不合理或不可行时，经 CCS 同意可免除这一要求；
- ② 主要电动仪表和推进机器的控制装置，如这些设备无替换电源时；
- ③ 《2000 国际高速船安全规则》7.7.5.1 所要求的一台消防泵；
- ④ 喷水泵和洒水泵（如设有）；
- ⑤ 应急舱底水泵和第 6 章所要求的为电动遥控舱底水阀操作所需的所有设备；
- ⑥ 应急状态下所需的无线电设备以及其他负载。

(5) 对第 4 章所要求的任何电动水密门和它们的指示器及报警装置供电 0.5h。

(6) 对方向控制系统中的电力传动装置，包括那些要求向前和向后推进的设备供电 10min，除非设有经 CCS 认可的手动装置。

7.4.6 临时应急电源

7.4.6.1 作为临时应急电源的蓄电池组应符合下列要求：

(1) 承载应急负载而不必再充电，并在放电期间蓄电池组的电压变化应能保持在额定电压的 $\pm 12\%$ 范围内；

(2) 当主电源或应急电源供电失效时, 均应能立即自动向 7.4.6.2 所规定的各项设备供电。

7.4.6.2 按 7.4.6.1 要求的临时应急电源应具有足够的容量, 至少应能对下列各项设备供电 0.5h, 如具有装设于适当位置, 可供应急状态使用, 且足以按规定时间供电的独立蓄电池组供电者除外。

(1) 7.4.4.1(1) ~ (3) 和 7.4.5.1(1) ~ (3) 所指设备;

(2) 对于水密门:

① 除非备有一个独立的临时存贮能源, 否则, 应提供操作水密门的电力, 但不必同时操作。

电源应具备有足够的容量, 以使得对每扇门至少进行 3 次操作, 即在最不利的横倾 15° 情况下, 关闭——打开——关闭; 和

② 对水密门控制器、指示器和报警电路供电 0.5h。

7.4.7 附加应急照明

7.4.7.1 设有特种处所或滚装处所的客船, 除设有以上要求的应急照明外, 还应设有符合下列要求的附加应急照明:

(1) 在所有的乘客公共处所和走廊应设有附加应急照明, 并符合下列要求:

① 在所有其他电源发生故障和在各种横倾条件下, 至少应能维持照明 3h;

② 所提供的照明应能照亮逃生设施的周围;

③ 其电源应是设置于灯具内部并可连续充电的蓄电池, 若实际可行, 充电电源来自应急配电板。或者, 也可用其他的照明设备替代, 但该照明设备至少是由 CCS 认可是有效的;

④ 该附加照明设备的故障应能立即为人所发现;

⑤ 设置在灯具内部的蓄电池应定期地更换, 其间隔期应考虑到蓄电池在使用中所经受的环境条件规定的使用寿命。

(2) 在每一船员处所的走廊、娱乐场所和通常有人在工作处所, 除非设有符合 (1) 款要求的附加应急照明, 否则均应配备可携式充电电池灯。

7.4.7.2 非国际航行高速船和国际航行 A 类高速船, 如果其公共处所较小, 并在这些处所中设置了满足 7.4.7.1 规定的附加应急照明, 则在这些公共处所中可不设应急照明和临时应急照明。

第 5 节 辅机和设备的电力拖动

7.5.1 一般要求

7.5.1.1 额定功率等于或大于 1kW 的电动机及所有重要用途的电动机, 应由独立的最后分路供电。

7.5.1.2 每台电动机均应设置有效的起动和停止措施, 其位置一般在电动机旁, 且应便于管理电动机人员的操纵。

7.5.1.3 额定功率等于或大于 0.5kW 的电动机及其控制设备，应设置能够把满负载从电源的所有带电电极上切断的装置。如果这种控制装置是装在主配电板或其他配电板上，或者是邻近于这些配电板之处，则可以用这些配电板上的切断开关来切断上述负载的电源，否则应在控制装置箱内装设一个切断开关或者单独装设一个有封闭外壳的切断开关。

7.5.1.4 当起动器或用于切断电动机的任何其他电器装置远离电动机时，则应采取下列的任何一种措施：

- (1) 能够在“分断”位置上把电路锁定在断开状态的措施；
- (2) 在邻近电动机之处装设一个附加的切断开关；
- (3) 使安装在每一个带电电极或相上的熔断器可以方便地由专职人员卸除和保管。

7.5.1.5 如采用公共起动系统（即以一套起动器逐个起动多台电动机）时，此系统中每台电动机均应配备欠电压保护、过电流保护、切断设备和运转指示器，其有效程度不低于每台电动机单独使用一套起动器时的要求。若起动系统属于自动类型，则应另配备适当的手动操作设施，若此项起动器是用于重要用途的电动机，则其起动部分应为双套，且应设置转换设施，当其中一套发生故障时，能立即进行转换。

7.5.1.6 用改变励磁进行调速的电动机，应设有在全励磁的情况下才能起动的设备。

7.5.1.7 电动机的欠电压、过载及短路等保护应符合本章 7.2.2 的相关规定。

7.5.2 操舵和稳定

7.5.2.1 若船舶的操舵和 / 或稳定主要是依靠一种本身需要连续供电的装置，例如：单板舵或桨塔，则应至少由两路独立的馈线供电，其中一路或来自应急电源或来自一独立电源，该电源的布置不应受到主电源的火灾或浸水的影响。在转换至由备用电源供电时，任一供电故障应不会对船舶或旅客造成任何危害，并且转换时间应满足 7.4.1.5 对应急发电机的起动时间的要求。

7.5.2.2 这些电路应配备短路保护和过载报警装置。如果配备过电流保护装置，该装置的整定值应不小于所保护的电动机或电路的满负载电流的两倍，并应调整妥当以便在留有余量的情况下能承受相应的起动电流。若使用三相电源，则应在船舶操纵室内易于观察处设置报警，以便显示任何一相的故障。

7.5.2.3 如果操舵及稳定装置并非主要依靠电力的连续可用性，而至少有另一套不需要电源的替换装置，则其电力或控制系统可由 7.5.2.2 所述的加以保护的一路电路供电。

7.5.2.4 对于符合 7.4.3 要求免设应急电源的高速船和非国际航行的 A 类客船，向舵机供电的两路独立馈线，可由主电源供电。

7.5.3 风机及油泵的应急切断

7.5.3.1 所有风机应能在其所服务处所以及其所安装处所外部加以关闭。服务于较大失火危险区和 / 或固定灭火系统所覆盖处所的风机应能从操纵室进行操纵。机器处所动力通风的停止装置，应同其他处所的通风停止装置完全分开。

7.5.3.2 应设有停止燃油驳运泵、燃油装置所用的泵、润滑油供应泵、热油循环泵和油分离器 (净油器) 的控制装置，以便当其所在处所失火时能停止电动机。以上应急停止装置应位于各有关处所的外部，应不致由于这些处所失火而被隔断。应在操纵室内设置以上应急停止装置。

7.5.3.3 厨房排气管道的抽风机，应能在厨房内进行关停，该关停装置应安装在紧靠厨房入口的位置。

第 6 节 照明与航行灯

7.6.1 一般要求

7.6.1.1 安装在货舱、外走道及其他易受机械损伤处所的灯具应有坚固的保护栅。

安装在振动较大处所的灯具应采取减振措施。

直接固定在木板或其他易燃材料上的灯具，应采取防火隔热措施。

7.6.1.2 邻近工作电压高于 250V 放电灯的处所和其他必要的地方，应设置提醒人们注意的“高压危险”的警告标志。

7.6.2 供电、控制及布置

7.6.2.1 照明分配电板每一容量大于 16A 的最后分路的供电灯点不应超过一个。每一容量等于或小于 16A 的最后分路的供电灯点数不应超过：

对于 55V 及 55V 以下的电路，10 点；

对于 56V ~ 120V 电路，14 点；

对于 121V~250V 电路，24 点。

供电给灯头紧贴成簇的檐板照明、壁灯、电标志等最后分路，若其最大工作电流不超过 10A，所供应的灯点可不受限制。

7.6.2.2 照明电路的最后分路不应向电热及动力设备供电，但小型的厨房设备 (如面包片烘烤器、小搅拌器、咖啡壶)、小型的电动机 (如台扇、舱室电扇、电冰箱)、衣橱加热器和类似用具可以除外。

7.6.2.3 机舱、通道 (包括出入口)、公共处所以及旅客超过 16 人的客舱等处所的照明，至少应由照明用的两个最后分路供电，其中之一可为应急照明最后分路。当其中任何一路不能供电时，另一路仍应能保持上述所必要的照明。机舱的照明灯点应交错布置。

7.6.2.4 潮湿处所的照明开关应能分断所有极或相。

7.6.2.5 对在燃料舱或货舱内的所有照明和动力电路及其终端设备，应在该处所以外备有切断这些馈电线路的多极开关。

7.6.2.6 照明电路应按 7.2.2.15 设置保护。

7.6.2.7 主照明系统应向全船供乘客或船员正常出入和使用的部位提供照明，并从主电源得到电源供应。

7.6.2.8 主照明系统的布置，应使在设有主电源连同变换装置（如设有时）、主配电板和主照明配电板的处所内发生火灾或其他严重事故时，不致造成第 4 节所要求的应急照明系统失效。

7.6.3 对应急照明的特殊要求

7.6.3.1 应急照明的布置应符合第 4 节的有关规定。

7.6.3.2 各种应急照明灯均应在灯具上有明显的标志，或在结构上与一般照明灯不同。

7.6.3.3 除驾驶室、救生艇筏存放处的舷外应急照明灯外，不应在 7.4.4.1(1) 和 7.4.5.1(1) 所规定的应急照明电路中设就地开关。

7.6.3.4 不应在临时应急照明的馈电线上装设开关。

7.6.3.5 应急照明系统的布置，应使在设有应急电源连同变换装置（如设有时）、应急配电板和应急照明配电板的处所内发生火灾或其他严重事故时，不致造成主照明系统失效。

7.6.4 可携照明灯

7.6.4.1 可携照明灯可以选用下列的任一种方式：

- (1) 用供电电缆的连续接地导体接地；
- (2) 双重绝缘或加强绝缘；
- (3) 用不超过 50V 的电压供电；
- (4) 由只对一盏灯具供电的隔离变压器供电。

7.6.4.2 在有爆炸危险的处所内，应采用带有自给式蓄电池的本质安全型、增安型、隔爆型可携式灯具。可携式照明灯具不得使用电缆供电。

7.6.5 航行灯的供电及控制

7.6.5.1 航行灯控制箱应由两路馈电线供电。其中一路应直接由主配电板供电，而另一路则应来自应急配电板。在本章 7.4.3 不要求设置应急电源的情况下，则应由附加电源供电。

两路馈电线的转换开关需设在控制箱上或驾驶室内的适当处所。每只航行灯均应由航行灯控制箱引出的独立分路供电，而且必须在这些分路的所有极或相上用安装在控制箱内的开关和熔断器或断路器来进行控制和保护。

7.6.5.2 应设有在每一航行灯发生故障时，能发出听觉和视觉信号的自动指示器，如果采用与航行灯串联连接的灯光信号，则应有防止由于灯光信号故障而导致航行灯熄灭的措施。

7.6.5.3 航行灯控制箱可扩展至对《国际海上避碰规则》规定的信号灯供电，其他用电设备不应接入该控制箱。

第 7 节 内部通信系统

7.7.1 主机传令钟系统

7.7.1.1 应设有将操纵室的指令发送至机舱主机的正常控制位置上的主机传令钟，该传令钟应在机舱和操纵室均有指令与应答的视觉指示。

应于操纵室内设置主机传令钟的失电的听觉和视觉报警器，其电源不应与传令钟接入同一电源线上。不能在机舱中操纵主机的船舶可不设传令钟。

7.7.2 重要电话系统

7.7.2.1 重要电话系统应保证在船舶各种工况下通话清晰。

7.7.2.2 下列处所之间应设有电话系统：

- (1) 操纵室——机舱主机通常控制位置；
- (2) 操纵室——舵机舱内操舵装置控制位置；
- (3) 操纵室——无线电室：如果不用电话就能通话，则不需设此电话；

7.7.2.3 本节 7.7.2.2 所列各项电话系统均应是单独直通线路，如果操纵室在任何时候都能进行插入忙线通话则可以例外，但重要电话系统应是一独立的系统。

7.7.2.4 安装在机舱内的电话系统均应设有双向呼叫设备，并应设计成在主推进装置全功率运行情况下，机舱内的任何位置都能听到，还应附加上视觉信号。

7.7.2.5 在主电源失电情况下重要电话系统应仍能工作。

7.7.3 救生用通信

7.7.3.1 在应急控制站、救生艇筏集合和登乘地点与驾驶室等要害位置之间，应设有能传送命令的双向通信系统。

7.7.3.2 该通信系统可由便携式设备或固定安装的设备组成，并应在主电源失电情况下仍能工作。

第 8 节 船舶和乘员安全系统

7.8.1 公共广播系统

7.8.1.1 应设置一套公共广播系统，该系统应能覆盖乘客和船员能进入的所有区域、脱险通道和登乘救生艇筏的处所，并应在任意一舱进水或着火情况下，该系统的其他部分仍可操作。

7.8.1.2 在主电源供电失效时，公共广播应自动转换至应急电源（如设有时）或附加电源供电。

7.8.2 通用紧急报警系统

7.8.2.1 应设置一套通用紧急报警系统，在所有的公共处所、走廊和梯道、船员起居舱室、通常有船员工作的处所以及开敞甲板都能听到警报。警报在触发后应保持报警状态，直至人工将其关闭或由于有线广播系统工作而暂时中止。该通用紧急报警系统应能在船舶操纵室和其他重要位置进行操作。

7.8.2.2 通用紧急报警系统应由主电源和应急电源供电，在 7.4.3 不要求设置应急电源的情况下，则应由附加电源供电。

7.8.2.3 应设有足够数量的警报器，以保证船上的所有人员收听到报警信号。

7.8.2.4 如有必要，在噪声较大的舱室内还应带有灯光或闪光报警设备。

7.8.3 水密门

7.8.3.1 所有水密门应能在船舶倾斜至 15° 的情况下启闭，并应在操纵室内设有表明水密门是开启或关闭的显示装置。这种门应能在舱壁的每一侧就地启闭。

7.8.3.2 水密门应能从操纵室在不少于 20s 和不多于 40s 的时间内遥控关闭，并应配有不同于该区域内其他报警装置的声响报警装置。无论何时在用电量遥控关闭时，声响报警在门启动之前至少维持 5s，但不多于 10s，并持续至门完全关闭。动力源、电源控制装置和显示器在主电源失电的情况下，应自动转换为由一个独立的储能能源或临时应急电源供电，且应具有足够的能量，能完成 7.4.6.2(2) ①所述的操作。在乘客区域和环境噪声大于 85dB 的区域，应在门口设一间断视觉信号作为对声响警报的补充。如果水密门对于船舶的操作安全非常重要，经 CCS 确认，在设有 7.8.3.1 所要求的遥控指示器的情况下，可允许在仅供船员进出的区域装有只能就地控制的铰接水密门。

7.8.4 边门、装货门和其他关闭装置

7.8.4.1 所有边门、装货门和其他关闭装置均应在操纵室设有指示器。这些门和关闭装置如果未关上或未关妥，在完好和破损情况下均可能导致大量进水。指示器系统应按故障安全原则设计，应在门未完全关闭或任何锁闭装置不到位和未完全锁住时，发出视觉报警信号，并在这类门或关闭装置打开或锁闭装置松开时发出声响警报。操纵室的指示器的显示板应有“港口/海上航行”模式选择功能，如船舶离港而未关闭首门、内门、船尾跳板或其他任何边门或任何关闭装置未到位，会在操纵室发出声响警报。指示器系统的供电应独立于用以操纵和锁闭各扇门的供电。

7.8.4.2 应设有电视监控和漏水监测系统，向操纵室和发动机控制台显示船首内门和外门、尾门或任何其他边门可能导致大量进水的任何漏水。

7.8.5 高速滚装船

7.8.5.1 特种处所和滚装处所应以有效手段，例如电视监控进行巡查和监视，以在船舶航行途中能探察到车辆在恶劣气候条件下的任何移动和乘客擅自进入该处所。

7.8.6 视觉信息系统

7.8.6.1 所有客船均应设置所有就座乘客均能看见的照明或发光或视觉信息系统，以便向乘客通告安全措施。

第9节 蓄电池组

7.9.1 一般要求

7.9.1.1 在直流系统中，当由较高的电压系统充电时，应设有使蓄电池组与低压系统隔离的措施。

7.9.1.2 应急蓄电池组的自动放电装置，应使蓄电池不论是否在充电，均能随时自动向应急电路供电。应采取措施尽可能减少蓄电池组过充电或过热引起的损坏。

7.9.2 保护

7.9.2.1 蓄电池及其充电设备应按本章 7.2.2.15 和 7.2.2.16 的规定设置保护。

7.9.2.2 当采用浮充电工况或在充电工况且负载接至蓄电池上时，充电的最大电压应不超过任何连接设备的安全值，如设备不能在最大允许充电电压下运行时，应装设电压控制装置。

7.9.3 布置和安装

7.9.3.1 蓄电池组应适当地围蔽起来，用于存放蓄电池组的处所应有良好的通风。

7.9.3.2 充电功率^①大于 2kW 的蓄电池组，应安放在专用舱室内或安放在开敞甲板上的箱或柜中。

充电功率为 0.2kW 至 2kW 的蓄电池组，可按充电功率大于 2kW 的蓄电池组的规定安放，也可安放在适当处所内的箱或柜中，或者敞开安放在机器处所内通风良好的地方。

充电功率小于 0.2kW 的蓄电池组或密封式蓄电池，可以安放在任何合适处所中的开敞位置上或者蓄电池箱内。

7.9.3.3 每只蓄电池周围间隙应大于 20mm，应采用不吸潮、耐电解液腐蚀的绝缘材料楔隔、衬垫和固定，并采取措施防止漏出的电解液与船舶接触。

① 充电功率系指蓄电池组的标称电压乘最大充电电流值。

7.9.3.4 蓄电池组的安装应便于更换、检测、充液和清洁。

7.9.3.5 酸性蓄电池和碱性蓄电池不应安放在同一舱室、箱或柜中。酸性蓄电池不应安装在起居处所。

7.9.3.6 原动机起动蓄电池，应尽可能接近该原动机安装，它们的安装处所应保证有适当通风。

7.9.4 通风

7.9.4.1 安装蓄电池的专用舱室、箱、柜及其通风道等，凡可能经受电解液或电解液逸出气体引起腐蚀的表面，均应有防腐蚀措施。

7.9.4.2 蓄电池室、箱、柜应有独立通风装置，其出风口在顶部，进风口在底部，并有防止水和火焰进入的措施，出风管应直通开敞甲板外。

7.9.4.3 蓄电池室、箱或柜的机械通风装置，应有防止通风叶片偶然与机壳发生摩擦产生火花的措施。非金属的通风叶片应用抗静电材料制成。

7.9.4.4 除受风口外，蓄电池室的其他开孔均应作有效封闭，以防止爆炸性气体进入邻近舱室。

7.9.4.5 装有透气型蓄电池组的室、箱或柜通风装置的排气量 Q 应不少于：

$$Q = 0.11In \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中： I ——产生气体期间的最大充电电流，但不小于充电设备能够输出的最大充电电流的 25%，A；

n ——蓄电池数量。

7.9.4.6 装有阀控密封型蓄电池的室、箱或柜的排气量可减少至本节 7.9.4.5 规定排气的 25%。

7.9.5 警告牌

7.9.5.1 在蓄电池室的门、箱、柜的外面应有“禁止烟火”的标志。

第 10 节 电 缆

7.10.1 电缆的选择

7.10.1.1 电缆的选择应根据敷设场所的环境条件、敷设方法、电流定额、工作定额、需用系数和允许电压降等因素来确定。

7.10.1.2 任何电缆的额定电压不应低于它所在的电路的额定电压。

7.10.1.3 可携式电气设备应采用移动软电缆。

7.10.1.4 绝缘材料的最高额定工作温度，至少应比电缆安装场所可能存在的最高环境温度高 10℃。

7.10.1.5 电缆绝缘材料一般应根据表 7.10.1.5 来选择。若选用其他绝缘材料应经 CCS 同意。

电缆绝缘材料

表 7.10.1.5

绝缘材料		导体最高工作温度 °C	
		正常工作	短路
弹性或热固性复合物	乙丙橡皮	85	250
	交联聚乙烯	85	250
	硅橡皮	95	经 CCS 同意
	无卤乙丙橡皮	85	250
	无卤交联聚乙烯	85	250
	无卤硅橡皮	95	经 CCS 同意
热塑性复合物	聚氯乙烯	60	150
	耐热聚氯乙烯	75	150
其他材料	矿物	95	经 CCS 同意

7.10.1.6 所有电缆和电气设备的外接线至少应为阻燃式，并应在敷设时不损伤其原来的阻燃性能。在特殊情况下，例如射频电缆或数字信息传输系统电缆，经 CCS 同意可以使用不符合上述要求的特种电缆。

7.10.1.7 除非经 CCS 同意，否则，电缆的金属护套和金属外护层均应在其全长上保持电气连续性，并应可靠接地。

7.10.1.8 电缆所能承载的最大连续负载，不应超过电缆经过校正系数校正后的标称电流。

7.10.1.9 当电缆在正常工作条件下承载最大电流时，从主配电板或应急配电板的汇流排到任何安装点的电压降不应超过额定电压的 6%，由蓄电池供电，其电压不超过 50V 者，可增至 10%。

对于航行灯线路应有较小的电压降，以保持其足够的亮度和颜色。

7.10.2 电缆的安装

7.10.2.1 电缆不应直接安装在船壳板上，电缆的走线应尽可能平直且易于检修。

7.10.2.2 电缆的敷设应尽量远离热源、油污或潮湿的地方，并且有不受机械损伤的保护。

7.10.2.3 如电缆安装在易失火或易爆炸区，则应采取 CCS 认可的特殊防护措施，以排除由于电缆的故障而发生火灾或爆炸的可能性。

7.10.2.4 所有导体的端头和接头均应保持电缆的原有电气性能、机械性能、滞燃性能或耐火性能。

7.10.2.5 穿越舱壁或甲板的电缆，应不影响舱壁或甲板原有的防护性能。电缆除用于可携设备以及敷设在管、电缆槽内以外，均应有效地加以支承和紧固。

7.10.2.6 用于重要设备或应急动力设备、应急照明、以及应急状态下使用的船内通信或信号设备的电缆应尽量远离机器处所及其舱棚，以及其他有较大失火危险的处所，但对这些处所中的设备供电的电缆可除外。如果可能，所有这些电缆的敷设方法应能防止由于邻近处所失火时可能造成的舱壁高温而使其失效。

7.10.2.7 导体最高工作温度不同的电缆，不应敷设在一起，如此种成束敷设不可避免时，则任何一根电缆的工作温度不应达到高于该束中温度定额最低的电缆所允许的温度。

7.10.2.8 不同用途的电缆不应成束敷设在一起，用于遥控遥测的信号电缆与其他电力电缆也应分束敷设。

7.10.2.9 对要求两路供电的重要设备，其供电及控制用的两路电缆，应尽最大可能在水平及垂直方向远离敷设。

7.10.3 滚装处所或特种处所的电缆

7.10.3.1 滚装处所或特种处所的电缆走向应避免遭受机械损伤，如不可避免，应采取防止机械损伤的措施。例如：加金属覆板或穿管敷设。

7.10.3.2 在滚装处所或特种处所失火的情况下需继续工作的设备的电缆，包括其供电电缆，应采用耐火电缆或采用其他等效的防火措施。这类电缆至少应包括下列安全设备的供电电缆和控制电缆：

- (1) 通用紧急报警系统；
- (2) 探火和失火报警系统；
- (3) 灭火系统和灭火剂施放报警系统；
- (4) 公共广播系统；
- (5) 重要电话系统；
- (6) 动力操作防火门的控制和动力系统以及所有防火门的状态指示系统；
- (7) 动力操作水密门的控制和动力系统以及它们的状态指示系统；
- (8) 应急照明；
- (9) 低位照明系统；
- (10) 舵机系统；
- (11) 应急消防泵。

(12) 有线电视监视系统；

(13) 电力推进系统。

第 11 节 外来电源的连接

7.11.1 外来电源的连接

7.11.1.1 若船上的设备需由岸电或其他外来电源(以下简称岸电)供电,则应在船上便于连接岸电软电缆的适当地方设置岸电箱。在岸电箱与主配电板间应以固定敷设并具有足够定额的电缆相连。

7.11.1.2 当岸电为中性点接地的交流三相系统时,则须设有将船体与岸地相连接的设施。

7.11.1.3 在主配电板上应设有岸电指示器,以指示岸电电缆已经通电。

第 8 章 遥控、报警与安全系统

第 1 节 一般规定

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 任何遥控系统或自动控制系统的故障，均应能发出听觉和视觉的警报，并且不得妨碍正常的手动控制和就地控制。

8.1.1.2 操纵和应急控制装置，应能使操作船员在没有困难、不疲劳或不过分专注的情况下，以正常的方式完成他们所负责的工作。

8.1.1.3 如果在操纵室之外并与之相邻的若干地点，设有推进或操纵控制装置时，控制转换应仅能从负责控制的地点来完成。在可以使用控制功能所有地点之间，以及上述各地点和监视台之间，均应设有双向通话设备。操作控制系统或控制转换的故障，应使高速船在不对乘客或其本身造成危险的情况下降低转速。

8.1.1.4 对 B 类高速船和货运高速船而言，推进主机的遥控系统和方向控制装置，应设有能在操纵室控制的后备控制系统。对于货运高速船，可以允许用一个能在发动机控制处所（如位于操纵室之外的发动机控制室）进行控制的后备控制系统来代替上述后备控制系统。

8.1.1.5 控制系统、报警系统和安全系统应由主配电板或应急配电板（若设有时）供电。当主电源失电时，报警系统、安全系统以及主电源失电时仍有必要供电的控制系统（例如电站的自动化系统），应能自动转接到备用蓄电池组供电，并发出报警。该蓄电池组的容量应至少能维持 15min 供电需要。

8.1.2 定义

8.1.2.1 **遥控系统**：系指从一个控制地点操作若干装置的所有必要设备组成的系统。在该控制地点操作者不能直接观察其动作的结果。

8.1.2.2 **后备控制系统**：系指在主控制系统损坏或失效后，维持高速船安全运转所必需的控制设备组成的系统。

第 2 节 应急控制装置

8.2.1 所有高速船均应在对高速船操纵和 / 或对其主机进行控制的操纵室内，设置 1 个或数个控制站。控制站应易于到达，并设置具有下列应急用途的控制装置：

- (1) 启动固定灭火系统；
- (2) 若未和 (1) 功能合为一体时，关闭固定灭火系统所覆盖处所的通风开口，并停止供气通风机；
- (3) 符合 7.5.3.2 规定的应急停止装置；
- (4) 从一般电力分配系统断开所有电源（操纵控制装置应予以保护，以减少误操作的危险）；和

(5) 停止主机和辅助机械。

8.2.2 若操纵室外的控制站设有推进和操纵的控制装置时，这些控制站应设有与操纵室直接联系的通信设备，该操纵室应是一个连续有人值班的控制站。

8.2.3 此外，对 B 类船舶在操纵室外的控制站内应配备 8.2.1 要求的推进控制装置和操纵控制装置以及应急功能控制装置。此控制站应可直接与作为连续有人值班的控制站的指挥舱联系。

第 3 节 报警系统

8.3.1 一般要求

8.3.1.1 应设有向高速船控制站通报故障或不安全状态的报警系统。

8.3.1.2 所有的报警应同时发出视觉和听觉报警信号。视觉信号应清晰可见。严重故障的报警光色一般采用红色，普通故障一般采用黄色。听觉信号应有足够的响度，并应与 8.3.3.1 所规定报警项目的听觉信号有明显的区别。

8.3.1.3 报警系统应能对同时发生的所有故障发出报警信号。对某个故障的报警和 / 或对报警的应答不应妨碍对其他同时发生的故障的报警和 / 或应答。

8.3.1.4 报警信号应一直保持至得到应答。对报警信号应答后，可消除听觉信号并改变视觉信号（如闪光转为平光等），视觉信号应保留到故障消除为止。故障消除后，报警装置应自动恢复到正常工作状态。

8.3.1.5 报警系统应满足对所需报警装置^①在结构上和使用上的适用要求。

8.3.1.6 在所有可能实施控制功能的控制站，均应设有 8.3.3 要求的所有报警装置。

8.3.1.7 对乘客处所、装货处所，以及机器处所的火灾和浸水进行监控的设备，应尽可能把所有紧急情况的监控和触发控制装置进行合并形成一个集中的子中心，该子中心可要求设置反馈装置，以指示初始动作已完成。

8.3.2 报警系统的检测与自检

8.3.2.1 应能在被监测设备正常运行时对报警系统进行检测。

8.3.2.2 报警系统应尽可能具有自检功能，即对自身的故障自动进行检测和报警（或指示），以防止有警不报或误报警。自检的范围及程度可与维修更换的措施配合考虑。

8.3.2.3 报警系统应能对某些过程中无意义的报警信号进行闭锁。当闭锁由人工实施时，应予以指示。

^① 参见国际海事组织 1995 通过的 A.830(19) 决议《关于报警装置和显示器规则》。

8.3.3 报警项目

8.3.3.1 应对下列情况设置应急报警装置，这类报警装置的报警信号对需要立即采取行动的不同状态的显示，应是各不相同的，而且应在操纵室内船员的整个视域之内：

- (1) 探火系统的激发；
- (2) 正常电力供应全部消失；
- (3) 主机超速；
- (4) 任何永久安装的镍 - 镉电池的热击穿。

8.3.3.2 应采取 8.3.3.1 中所述报警不同的视觉报警，指出需要采取行动的条件，以防恶化到不安全状态。至少对下列情况应设置这类报警装置：

- (1) 除发动机超速外，超过了任何高速船、机器或系统参数的极限值；
- (2) 电动定向装置或纵倾控制装置的正常供电故障；
- (3) 任何自动舱底水泵运转；
- (4) 电罗经系统故障；
- (5) 燃油柜内燃油低液位；
- (6) 燃油柜溢流 / 高位；
- (7) 舷灯、桅顶灯或尾灯熄灭；
- (8) 对高速船正常营运实属重要的液体容器内液体低液位，例如生活淡水水位、日用油柜油位、主辅机淡水膨胀箱水位等；
- (9) 任何连接的电源故障；
- (10) 任何用于易燃蒸汽可积聚处所通风的通风故障；
- (11) 柴油机燃油高压油管（高压燃油泵和燃油喷嘴之间的外部供油管路）故障。
- (12) 设计水线以下的任一水密舱室（液体舱除外）进水探测。

第 4 节 安全系统

8.4.1 发动机应设有安全装置，以防止超速、润滑油失压、冷却介质断流和高温、运动部件故障和超负荷等。除了有完全断裂或爆炸系统的危险外，安全装置不得在没有预先报警的情况下导致停机。上述安全装置应能进行试验。

8.4.2 若对符合 8.4.1 要求的推进主机的任何自动停车系统设置越控装置时，应使越控装置不可能被误操作。当自动停车系统被触发时，应在控制站发出视听警报并应设有越控装置，以便对除了有完全破损或爆炸危险情况以外的自动停车进行越控。

附录 1 全垫升气垫船垫态航行首冲状态总纵弯矩计算^①

1 首冲时波浪冲击力

首冲时波浪冲击力 P_b 按下式计算：

$$P_b = a_{cgb} \Delta \quad \text{kN}$$

式中： Δ ——气垫船满载排水量，见 2.1.3.1(27)，t；

a_{cgb} ——首冲时，船舶重心处垂向加速度， m/s^2 ，可按下式计算：

$$a_{cgb} = \frac{1.5}{(1 + \gamma_x^2)^{\frac{2}{3}}} \times a_{cg} \quad \text{m/s}^2$$

其中： a_{cg} ——中冲时，船舶重心处垂向加速度， m/s^2 ，按 4.4.1.2(2) 公式计算；

$$\gamma_x = l_1 / \rho_x$$

其中： l_1 ——首冲作用中心至船舶重心纵向水平距离，m，可按 7% 的气垫面积确定；

ρ_x ——船舶纵摇惯性半径，m，可取 $\rho_x = 0.25L_{ac}$ ；

L_{ac} ——气垫长度，m。

2 船上任意点的垂向加速度

首冲时，船上任意点的垂向加速度 a_i 可按下式计算：

$$a_i = a_{cgb} \left(1 + \frac{l_i l_1}{\rho_x^2} \right) \quad \text{m/s}^2$$

式中： l_i ——计算点 i 至船舶重心的纵向水平距离，m，重心后为负值。

3 首冲时的总纵弯矩

利用以下平衡方程可计算出首冲时的总纵弯矩：

$$\sum_i (a_i + g) W_i = \sum_i p_i \Delta s_i + p_b$$

式中： W_i ——每个分段船的质量，t；

p_i ——气垫压力， kN/m^2 ；

Δs_i ——每个分段的气垫面积， m^2 ；

p_b ——首冲时的波浪冲击力，kN，按 1 计算；

a_i ——每个分段的垂向加速度， m/s^2 ，按 2 计算；

g ——重力加速度， m/s^2 ，取 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ 。

^① 全垫升气垫船垫态航行时的首冲状态系指波浪仅仅冲击在气垫船的首部。

附录 2 钢 / 铝质高速船船体结构直接计算指南

1 一般规定

1.1 高速船结构的直接计算目标为验证船体的总纵强度、总横强度、总扭转强度和局部强度。直接计算所采用的载荷条件、结构模型和衡准应按照本指南的规定。

1.2 高速船波浪载荷可以采用船模试验法确定，在无船模试验资料的情况下，可按本指南 2.2 的公式确定。

1.3 也可以采用基于流体动力学理论直接计算法确定波浪载荷，但计算时应考虑到高速船营运限制所对应的波浪条件、船舶航速和波浪拍击的影响。

1.4 本附录适用于铝合金或钢质船体结构的高速船。

2 总强度计算载荷

2.1 总体载荷的船模试验法

2.1.1 载荷合成

总体载荷由静力载荷与波浪载荷合成，由重力和静浮力组成的静力载荷采用计算法确定，波浪载荷用模型试验确定。

2.1.2 静力载荷

船体计算静力包括满载出港装载状态下的重力和船体静水浮力。在强度计算时，考虑载荷在结构上的实际分布状态下，计算船体中横剖面的总纵弯矩。对于双体船还需计及中纵剖面上的总横弯矩和船体的总扭矩。

2.1.3 波浪载荷

通过船模试验获取波浪诱导船体重心处的垂向加速度、总纵弯矩、总横弯矩、总扭矩和其他需要的载荷参数。模型试验条件可采用规则波，波浪参数如表 2-1 所列，结构校核计算载荷按表 2-2 取值。

模型试验条件

表 2-1

波向 θ (与船体纵轴的夹角, 度)		波长 θ	波高 H_s 与航速 V_H
0 (迎浪)		L	H_s 与 V_H 按 4.4.1 规定取值
$57.3 \cdot \text{tg}^{-1}(\frac{b}{L})$ (斜浪)	仅适用 双体船	$LCOS(\theta)$	
90 (横浪)		$2b$	
L —— 船长, m b —— 片体中心距, m H_s —— 由 4.4.1 规定的波高, H_s 不必大于 $0.17 \lambda^{0.75}$			

结构计算载荷

表 2-2

计算中横剖面总纵弯矩	$1.67 M_{BY}$	
计算中纵剖面总横弯矩	$1.67 M_{BX}$	仅适用双体船
计算总纵扭矩	$1.67 M_{Dy}$	
计算总横扭矩	$1.67 M_{Dx}$	
M_{BY} ——试验最大波浪总纵弯矩 M_{BX} ——试验最大波浪总横弯矩 M_{Dy} ——试验最大波浪总纵扭矩 M_{Dx} ——试验最大波浪总横扭矩		

2.1.4 等效载荷

根据上述总纵弯矩，按 2.2.1 节的方法确定对应的等效垂向分布力，作用于船体结构模型；

根据上述总横弯矩，按 2.2.2 节计算横向对开力，作用于船体结构模型；

根据上述总扭矩，按 2.2.3 节计算两片体分布载荷，作用于船体结构模型，进行总强度分析。

2.2 总载荷的公式计算法

2.2.1 总纵弯矩及分布

假设船体总纵弯矩沿船长按正弦曲线分布如下：

$$M(x) = M_{BY} \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) \quad \text{KN}\cdot\text{m}$$

上式中 x 为自船尾起算的横截面纵坐标，分布曲线的幅值为船中横剖面的总纵弯矩 M_{BY} 。 M_{BY} 应分别按本规范第 4 章 4.8.2 及 4.8.3 二种状况进行计算 ($M_{BY} = |M_{Sj}| = M_h$)。 $M(x)$ 可通过施加沿船长分布的垂向力 $q(x)$ 实现， $q(x)$ (向上为正)可按下式计算：

$$q(x) = q_0 \left(\sin \frac{\pi x}{L} - 0.637 \right) \quad \text{KN/m}$$

式中： $q_0 = \frac{46}{L^2} M_{BY} \quad \text{KN/m}$

分别计算中拱与中垂两种情况，在计算模型上施加沿船长分布的 $q(x)$ 或与之等效的一系列集中力。力的作用位置应避免产生构件的局部弯曲应力，因此应施加于纵向主要构件上，例如舷侧、纵舱壁、船底中纵桁或其他纵桁上。在同一横剖面上的力可以分成几部份，并左右对称于纵中剖面。当使用一系列集中力时，每个集中力应等于分布力乘以该集中力加载区间的长度。

加载后模型上所有的垂向力之和应为零，其绝对值误差不大于 $0.005q_0L$ 。

2.2.2 双体船的总横弯矩及分布

双体船船中纵剖面处的总横弯矩 M_{BX} 应按本规范第 4 章 4.8.6.1 或 4.8.6.2 计算。计算时，全船重心处的垂向加速度 a_{cg} 的取值不小于 9.81m/s^2 。根据上述总横弯矩，由下式计算等效的横向对开力 F_y ：

$$F_y = \frac{M_{BX}}{z + 0.5d} \quad \text{KN}$$

式中： z ——设计水线至连接桥中横剖面中和轴的距离，m，见图 2.2.2；

d ——设计吃水，m，见图 2.2.2。

横向对开力 F_y 按图 2.2.2 所示的高度位置作用于模型，并按按向外和向内作用的两个独立工况计算。

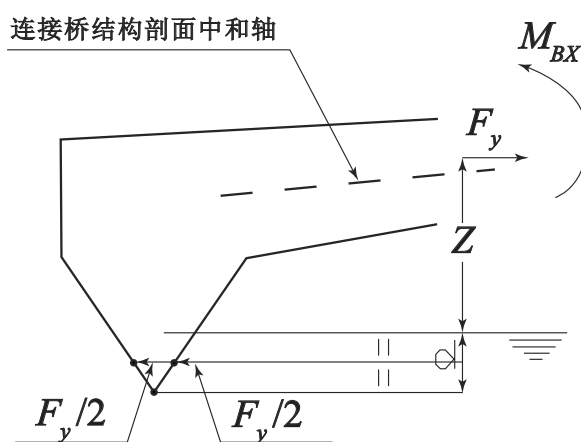


图 2.2.2

实际计算时，将 F_y 作为分布于连接桥整个长度范围内的分布载荷 q ，作用于船体：

$$q = F_y/L_b \quad \text{KN/m}$$

式中： L_b 为连接桥纵向长度，m。

然后，分布载荷 q 需换算为等效集中力 P_i ，加于船体的强横框架处。等效集中力 P_i 按下式确定：

$$P_i = q \cdot \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) \quad \text{KN}$$

式中： S_1 和 S_2 分别为强横框架的前后间距，m。

2.2.3 双体船的总扭矩及分布

双体船对横向 Y 轴的扭矩 M_{by} 应按 4.8.6.4 计算。它可用片体半船长上反对称分布的均布载荷 p 等效。所谓的反对称分布是指：同一片体以中横剖面为界前后载荷方向相反，左右片体的载荷方向亦相反，见图 2.2.3。上述等效均布载荷 p 可按下式计算：

$$p = \frac{4M_{ty}}{L^2} \quad \text{KN/m}$$

可在计算模型上施加分布力或等效的集中力。力的作用位置应避免产生构件的局部弯曲应力，因此应施加于纵向主要构件上，例如舷侧、纵舱壁、船底中纵桁或其他纵桁上。在同一横剖面上的力可以分成几部分并左右反对称于中纵剖面。当使用集中力时，它应等于分布力乘以该集中力加载区间的长度。

加载后模型上所有的垂向力之和应为零，其绝对值误差不大于 $0.01pL$ 。

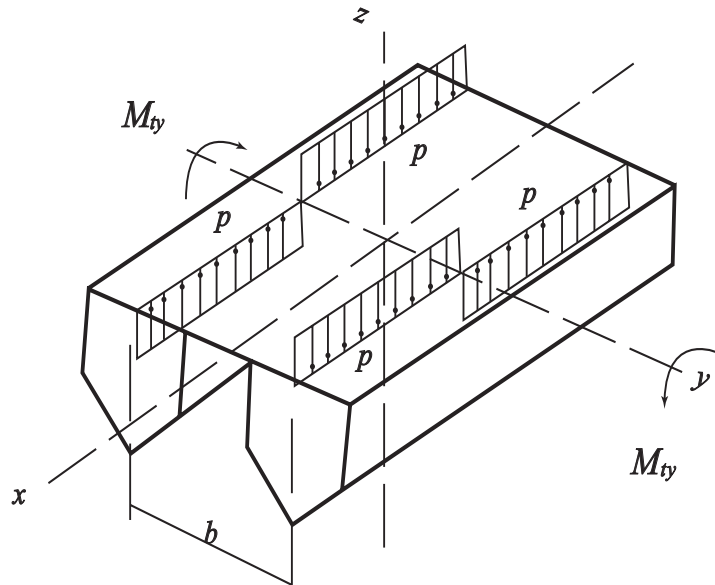


图 2.2.3

3 局部强度计算载荷

3.1 适用

本节定义的载荷适用于船底、舷侧、甲板、上层建筑和双体船连接桥底部等大面积板梁组合模型（即板架模型）的结构计算。

3.2 局部结构面积上的压力载荷

局部结构面积上的压力载荷按本规范第4章第4节计算。计算中涉及冲击压力计算面积A的计算时，主要构件的承载宽度和跨距取横向主要构件的承载宽度和跨距值。

4 结构总强度校核计算

4.1 分析目标为船体总强度。

4.2 全船分析模型

(1) 模型范围

应采用全船整体3维模型进行总体结构分析，所有船体外板、舱壁、甲板和平台、主要支撑构件、上层建筑等均应在模型中予以表达。

(2) 适用单元

采用板、梁单元和杆单元等模拟真实结构，对于加筋板上的扶强材，可以采用计及带板的等值梁置于板的中面上。

(3) 总体模型网格尺寸

相应于载荷分布的近似程度，全船模型的网格尺寸一般可取为横框架间距或主要支撑构件间距中之小者并主要使用 4 边形单元，单元形状的边长比一般应小于 3。

(4) 总体模型边界条件

使用 6 个位移分量约束限制全船模型的空间刚体运动，而不影响船体各部分的相对变形，建议的约束模式如图 4-2 所示。在纵中剖面上取首、尾部各一点 A 和 B，中部舷侧一个点 C。

约束 A 点的 x、y、z 三个位移分量，约束 B 点的 y、z 位移分量和约束 C 点的 z 向分量。

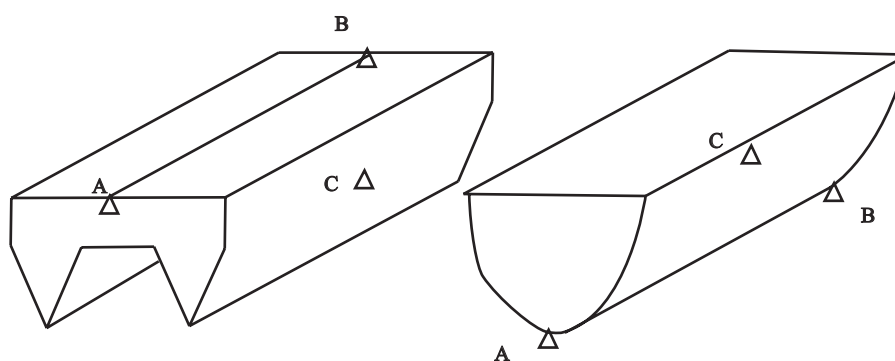


图 4-2 总体模型约束（双体船或单体船）

4.3 载荷组合

在总体结构分析中，应计算如下载荷组合工况：

- (1) M_{BY} (中拱)
- (2) M_{BY} (中垂)
- (3) F_y (向外)
- (4) F_y (向内)
- (5) $0.8 M_{BY}$ (中拱) + $0.6 M_{ty}$
- (6) $0.8 M_{BY}$ (中垂) + $0.6 M_{ty}$
- (7) $0.6 M_{BY}$ (中拱) + $0.8 M_{ty}$
- (8) $0.6 M_{BY}$ (中垂) + $0.8 M_{ty}$
- (9) $0.8 F_y$ (向外) + $0.6 M_{ty}$

$$(10) 0.8F_y(\text{向内}) + 0.6M_{\sigma_y}$$

$$(11) 0.6F_y(\text{向外}) + 0.8M_{\sigma_y}$$

$$(12) 0.6F_y(\text{向内}) + 0.8M_{\sigma_y}$$

其中，对于单体船仅计算 (1)(2) 工况。

4.4 总强度衡准

总强度计算应力衡准基于 4.2 规定的网格尺寸，如使用了更细密的网格，应取在规定网格尺寸范围内所有细网格应力的平均值。

总强度计算的构件应力应不大于表 4.4 所列许用应力：

总强度许用应力

表 4.4

	钢结构	铝合金结构
板单元许用等效应力	$0.70\sigma_{sw}$	$0.75\sigma_{sw}$
板单元许用剪切力	$0.38\sigma_{sw}$	$0.41\sigma_{sw}$
梁、杆单元许用正应力	$0.67\sigma_{sw}$	$0.73\sigma_{sw}$

表中： σ_{sw} 为材料焊接后的屈服强度，见正文第 4 章第 5 节 4.5.1.3。但对铝合金结构，在符合正文 4.5.3.1 或 4.5.3.2 的特定条件下，可取材料的屈服强度 σ_s 。

5 局部强度校核计算

5.1 适用

(1) 在总体分析中未能施加真实载荷的重要局部结构，例如船底、舷侧、甲板、上层建筑、双体船连接桥底部及穿浪双体船片体前端等局部高应力部位，应进行局部强度校核。

(2) 需通过直接计算方法校核主要构件尺寸的局部结构。

5.2 局部结构模型范围

局部结构分析模型应以目标结构为中心，向外扩展到强力结构处。船底、舷侧、甲板和连接桥板架模型一般至少应覆盖一个舱长范围，宽度和高度方向应达到相连接的舱壁、舷侧或甲板等船体主要结构。

5.3 局部结构模型化

5.3.1 模型单元

由桁材、加强筋支撑的加筋板结构，可以简化为交叉梁系形式的平板架模型计算。

对于明显不在同一平面中的局部结构，应采用三维结构模型。结构中的板材和主要支撑构件的腹板可用板单元代表，主要支撑构件的翼板可用梁单元或杆单元代表；加强筋连同带板可用位于板中面内的梁单元代表，如单独模拟无带板的加强筋应考虑梁截面中心与板中面的偏离。

对于骨材密集型的加筋板，可以采用正交异性板单元建模。

5.3.2 网格尺寸

模型网格尺度应不超过加强筋间距，当桁材腹板采用板单元模拟时，腹板高度上应不少于 3 个单元；构件建模厚度取总厚度。

5.3.3 边界条件

在板架模型的边界处，除非周边结构远强于中心分析区，一般应采用简支边界条件。模型范围内受到支柱、短舱壁、平台等支持的结构，可用简支座代表。

5.4 计算载荷

局部强度的计算载荷，按本指南 3 的公式决定。

5.5 局部强度衡准

局部强度计算的构件应力应不大于下表所列许用应力：

局部强度许用应力

表 5.5

	钢结构	铝合金结构
板单元许用等效应力	$0.75\sigma_{sw}$	$0.80\sigma_{sw}$
板单元许用剪切力	$0.41\sigma_{sw}$	$0.44\sigma_{sw}$
梁、杆单元许用正应力	$0.73\sigma_{sw}$	$0.77\sigma_{sw}$

表中： σ_{sw} 为材料焊接后的屈服强度，见正文第 4 章第 5 节 4.5.1.3。但对铝合金结构，在符合正文 4.5.3.1 或 4.5.3.2 的特定条件下，可取材料的屈服强度 σ_s 。

6 局部细化网格分析

6.1 适用

对于结构应力集中点附近及其他应力梯度较大的部位以及在总体和局部强度分析模型中不能正确表达其几何特点的部位，应进行局部结构细化网格有限元分析，以确定其真实应力。与总体及局部强度校核结论相比，以本细化分析的结论为准。

一般情况下，下列部位应考虑进行细化网格分析：

- (1) 双体船连接桥前端壁与片体连接的内角处；
- (2) 双体船连接桥后端壁与片体连接的内角处；
- (3) 穿浪双体船片体首部前伸部分的根部；
- (4) 实际结构形状在粗网格模型中无法真实表达的位置；
- (5) 其他全船粗网格模型计算应力超过 95% 许用应力的部位。

6.2 分析方法

按局部结构的受力情况，选用下列方式之一进行局部细化分析：

(1) 嵌入式细化分析

局部细化模型可以嵌入全船模型或局部结构的粗网格模型，在总体强度或局部强度计算同时完成局部精细应力计算。此时在细化部位所加载荷应与粗网格模型的载荷符合。计算结果表示在粗网格计算状态时的细部应力状态，适用于无特殊载荷的局部位置；

(2) 独立模型细化分析

取出需要细化分析的局部结构，单独建立模型，以粗网格分析提供的细化模型边界处的位移作为边界条件，并同时施加细网格区域的局部载荷。计算结果表示在总体变形和局部特定载荷作用下结构高应力点的应力状态。

6.3 细化模型网格

目标区的细模型网格尺寸应不大于 50mm×50mm，并逐步过渡到外围区域的大网络。按构件总厚度建模。

6.4 细化网格应力衡准

细化网格模型计算的构件应力应不大于下表所列许用应力：

细化网格模型许用应力

表 6.4

	钢结构	铝合金结构
	板单元等效应力	板单元等效应力
同时计入总体载荷和局部载荷时	$1.50\sigma_{sw}$	$1.60\sigma_{sw}$
仅计入局部载荷或总体载荷时	$1.20\sigma_{sw}$	$1.30\sigma_{sw}$

表中： σ_{sw} 为材料焊接后的屈服强度，见正文第 4 章第 5 节 4.5.1.3。但对铝合金结构，在符合正文 4.5.3.1 或 4.5.3.2 的特定条件下，可取材料的屈服强度 σ_s 。

7 屈曲强度校核

7.1 一般规定

7.1.1 本节屈曲 / 极限强度校核规定适用于本指南中的高速船船体结构直接计算强度验证。若采用其他方法，应经 CCS 同意。另外，本节要求不适用于薄板密加筋的结构形式。且本节中对于加筋板格的极限强度校核要求仅适用于高速船船体结构通用的加筋板结构尺度形式。

7.1.2 屈曲强度校核按结构的失效模式分为基本板格屈曲校核和加筋板格极限强度校核两种类型，其中，基本板格屈曲校核基于弹性屈曲失效模式，针对结构正常使用 / 服役状态下的屈曲极限状态 (serviceability buckling limit state)，适用于主要支撑构件，如桁材、主肋骨和强横梁的腹板、肋板和肘板等；加筋板格极限强度校核基于结构坍塌的失效模式，针对结构最大承载力极限状态 (ultimate limit state)，适用于大面积的加筋板格，如船壳板中的甲板、舷侧板、船底结构，以及舱壁结构中的加筋板结构等。对于加筋板格，校核时可先按 7.2 进行基本板格屈曲校核。不满足要求者，若符合上述结构坍塌失效模式的适用条件，可按 7.3 进行加筋板格的极限强度校核。

7.1.3 本节屈曲 / 极限强度校核中板的净厚度应扣除标准减薄厚度, 但不包括船东要求的额外增加厚度。标准减薄厚度应取为: 对钢材: 0.5mm; 对铝材: 0.25mm。本节有关扣除标准减薄厚度的要求, 仅适用于本节的屈曲 / 极限强度校核。

7.1.4 符号和定义

- t_p ——板格净厚度, mm;
- h_w ——纵骨、加强筋或扶强材腹板高度, mm;
- t_w ——纵骨、加强筋或扶强材腹板净厚度, mm;
- b_f ——纵骨、加强筋或扶强材面板宽度, mm;
- t_f ——纵骨、加强筋或扶强材面板净厚度, mm, 对球扁钢, 可用球的平均净厚度;
- s ——板格的短边长度, mm。取纵骨、加强筋或扶强材间距;
- ℓ ——板格的长边长度, mm; 加筋板格取纵骨、加强筋或扶强材的计算跨距, mm;
- x ——定义为板格长边轴向;
- y ——定义为板格短边轴向;
- E ——材料弹性模量, 对钢: $E = 2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$, 对铝合金: $E = 0.70 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$;
- ν ——材料泊松比, $\nu = 0.3$;
- σ_{sw} ——材料焊接后的屈服强度, N/mm^2 , 对铝材, 取退火状态的屈服强度 $\sigma_{p0.2}$, 见 CCS《材料与焊接规范》的有关规定; 对钢材, 取 $\sigma_{sw} = \sigma_s$ 。且 σ_{sw_p} 和 σ_{sw_s} 分别为板材和加强筋的 σ_{sw} ;
- τ_s —— $\frac{\sigma_{sw}}{\sqrt{3}}$;
- k_x ——短边受压及弯曲的屈曲系数, 按表 7.2.2.1.1(1) 计算。若应力基于有限元方法得出, 其值一般可取 4.0;
- k_y ——长边受压及弯曲的屈曲系数, 按表 7.2.2.1.1(1) 计算。若板格之间沿短边轴向压力变化较大时, 应先假定一个与实际应力情况偏差尽量小的沿长边的线性应力分布, 再计入表 7.2.2.1.1 (1) 中计算;
- k_t ——剪切屈曲系数, 按表 7.2.2.1.1 (1) 计算;
- C_1 、 C_2 ——边界约束系数, 见表 7.2.2.1.1(2);
- β ——板条梁细长比系数, $\beta = \frac{s}{t_p} \sqrt{\frac{\sigma_{sw}}{E}}$
- σ_x 、 σ_y 、 τ_{xy} ——为任一正常使用状态的相同工况下, 基本板格 x 轴、y 轴向压应力及 x-y 平面内剪切应力计算值, N/mm^2 。计算时取板格中所有板单元形心处的中面应力值 (膜应力) 的平均值 (受压为负) 计入。若 σ_x 、 σ_y 计算之值大于零时, 该应力取为零;
- $\sigma_{x_{max}}$ 、 $\sigma_{y_{max}}$ 、 $\tau_{xy_{max}}$ ——为任一极限状态的相同工况下, 加筋板格 x 轴、y 轴向压应力及 x-y 平面内剪切应力计算之最大值, N/mm^2 , 计算时的取值方法同 σ_x 、 σ_y 、 τ_{xy} ;
- σ_e ——板格承受的 Von Mises 相当应力, $\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$, N/mm^2 ;
- σ_{xcr_e} 、 σ_{ycr_e} 、 τ_{cr_e} ——分别为板格在单轴应力作用下的 x 轴、y 轴的弹性临界屈曲压应力和 x-y 平面内临界屈曲剪应力, 见 7.2.2.1.1 中 (1)、(2) 和 (3);
- σ_{xcr} 、 σ_{ycr} 、 τ_{cr} ——分别为板格在单轴应力作用下的 x 轴、y 轴的临界屈曲压应力和 x-y 平面内剪切临界屈曲应力, N/mm^2 , 见 7.2.2.1.2;

σ_{xu} 、 σ_{yu} 、 τ_{xyu} ——分别为加筋板格板在单轴应力作用下的 x 轴、y 轴的极限压应力和极限剪切应力，N/mm²，见 7.3.2.1。

σ_{a_max} ——纵骨、加强筋或扶强材极限状态下的最大轴向压应力，N/mm²；

σ_{b_max} ——纵骨、加强筋或扶强材极限状态下的最大弯曲应力，N/mm²，见 7.3.3.2；

p_{max} ——加筋板格极限状态下承受的最大侧向均布载荷，N/mm²；

σ_{cr_a} ——纵骨、加强筋或扶强材的临界屈曲压应力，N/mm²，见 7.3.3.2；

P_{max} ——板格所受的均布载荷 (从有限元模型中读取，且板格内外两面同时受到压力作用时，应取其压力差值)，N/mm²。

7.2 基本板格屈曲校核

7.2.1 对于承受可能引起正常使用状态下屈曲失效作用的平板板材结构，应按本指南中 7.2 所述方法校核板格的屈曲强度。

7.2.2 本节中的“基本板格”系指除周界以外，域中无任何骨材和加强构件的那一部分板材，如结构的板格、主要支撑构件的高腹板、船底肋板，以及大的加强肘板等；在板格的屈曲计算中，仅考虑矩形板格。

7.2.2.1 板格屈曲校核

7.2.2.1.1 临界屈曲应力的求解

(1) 短边受压板格弹性临界屈曲应力 σ_{xcr_e} ：

$$\sigma_{xcr_e} = k_x C_1 \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_p}{s}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

(2) 长边受压及弯曲板格弹性临界屈曲应力 σ_{ycr_e} ：

$$\sigma_{ycr_e} = k_y C_2 \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_p}{s}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

(3) 受剪切板格弹性临界屈曲应力 τ_{cr_e} ：

$$\tau_{cr_e} = k_t C_1 \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_p}{s}\right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

7.2.2.1.2 板格临界弹性屈曲应力的塑性修正

$$\sigma_{xcr(ycr)} = \begin{cases} \sigma_{xcr_e(ycr_e)} & \text{当 } \sigma_{xcr_e(ycr_e)} \leq \frac{\sigma_{sw}}{2} \\ \sigma_{sw} \left(1 - \frac{\sigma_{sw}}{4\sigma_{xcr_e(ycr_e)}}\right) & \text{当 } \sigma_{xcr_e(ycr_e)} > \frac{\sigma_{sw}}{2} \end{cases}$$

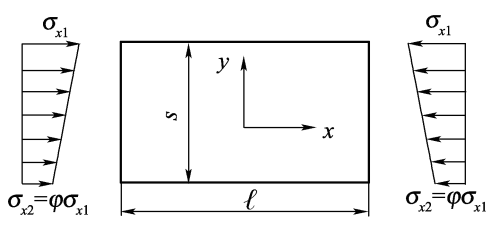
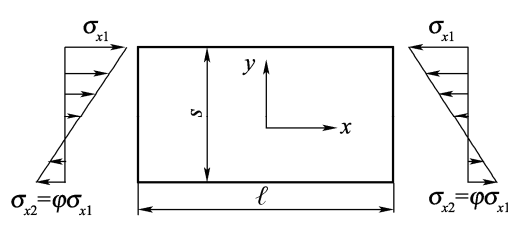
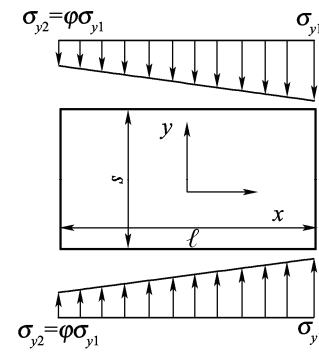
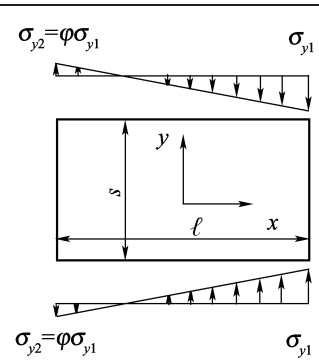
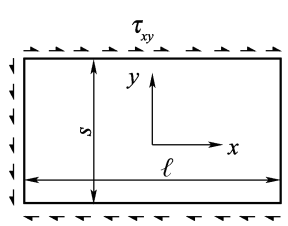
$$\tau_{cr} = \begin{cases} \tau_{cr_e} & \text{当 } \tau_{cr_e} \leq \frac{\tau_s}{2} \\ \tau_s \left(1 - \frac{\tau_s}{4\tau_{cr_e}}\right) & \text{当 } \tau_{cr_e} > \frac{\tau_s}{2} \end{cases}$$

7.2.2.1.3 板格屈曲强度衡准

$$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_{xcr}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_{ycr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{xy}}{\tau_{cr}}\right)^2 \leq 1$$

板格屈曲系数

表 7.2.2.1.1(1)

板格受压及弯曲和剪切力学模型		屈曲系数
短边	 <p>其中: $0 \leq \varphi \leq 1$</p>	$k_x = \frac{8.4}{\varphi + 1.1}$
受压	 <p>其中: $-1 \leq \varphi < 0$</p>	$k_x = 7.6 - 6.4\varphi + 10\varphi^2$
长边	 <p>其中: $0 \leq \varphi \leq 1$</p>	$k_y = \left[1 + \left(\frac{s}{\ell} \right)^2 \right]^2 \frac{2.1}{\varphi + 1.1}$
受压	 <p>其中: $-1 \leq \varphi < 0$</p>	$k_y = 1.909(1 + \varphi) \left[1 + \left(\frac{s}{\ell} \right)^2 \right]^2 - k_p \varphi + 10\varphi(1 + \varphi) \left(\frac{s}{\ell} \right)^2$ <p>其中:</p> $k_y = \begin{cases} 24 \left(\frac{s}{\ell} \right)^2 & \frac{\ell}{s} \leq \frac{3}{2} \\ 2 + 16 \left(\frac{s}{\ell} \right)^2 + 8 \left(\frac{s}{\ell} \right)^4 & \frac{\ell}{s} > \frac{3}{2} \end{cases}$
边缘受剪		$k_t = 5.34 + 4 \left(\frac{s}{\ell} \right)^2$

板格边界约束系数 C_1 、 C_2

表 7.2.2.1.1(2)

边界情况	C_1	C_2	
		位于双层底或双壳或双层甲板之间	其他位置
角钢或 T 型扶强材	1.1	1.3*	1.2
扁钢或球扁钢、板材、扶强材腹板	1.0	1.2*	1.1

注：“*”适用于板格短边由刚性较强结构支持的情况，如船底板、内底板、舷侧外板、内壳板、双层底实肋板/桁材、舷侧桁材、双层甲板等。

7.2.3 对于支持基本板格的扶强材(加筋骨材)的屈曲强度校核,按本规范第4章第9节的相应规定。

7.3 加筋板格极限强度校核

7.3.1 加筋板格的极限强度校核由板格的极限强度校核和加强筋(纵骨、小横梁或舱壁扶强材)的极限强度校核两个部分组成。

7.3.2 板格的极限强度校核

7.3.2.1 板格的极限强度应满足下式要求：

$$\left(\frac{\sigma_{x_max}}{\sigma_{xu}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{y_max}}{\sigma_{yu}}\right)^2 - \eta\left(\frac{\sigma_{x_max}}{\sigma_{xu}}\right)\left(\frac{\sigma_{y_max}}{\sigma_{yu}}\right) + \left(\frac{\tau_{xy_max}}{\tau_{xyu}}\right)^2 + \xi \frac{P_{max}}{\sigma_{sw_p}} \left(\frac{s}{t_p}\right)^2 \times 10^{-4} \leq 1$$

式中： $\sigma_{xu} = \sigma_{sw} \frac{b_{eff_x}}{s}$ ，且取值不小于 σ_{xcr} ；

$\sigma_{yu} = \sigma_{sw} \frac{b_{eff_y}}{\ell}$ ，且取值不小于 σ_{ycr} ；

$\tau_{xyu} = \tau_{cr} + \left[0.5(\sigma_{sw} - \sqrt{3}\tau_{cr}) / \sqrt{1 + \frac{\ell}{s} + \left(\frac{\ell}{s}\right)^2} \right]$ ，且取值不小于 τ_{cr} ；

b_{eff_x} ——后屈曲状态下板格x方向的有效宽度，mm， $b_{eff_x} = C_\beta s$

$$C_\beta = \begin{cases} \frac{2.25}{\beta} - \frac{1.25}{\beta^2} & \text{当 } \beta \geq 1.25 \\ 1.0 & \text{当 } \beta < 1.25 \end{cases}$$

b_{eff_y} ——后屈曲状态下板格y轴的有效宽度，mm，按下式计算，且取值不大于 ℓ ：

$$b_{eff_y} = C_\beta s + 0.115\ell \left(1 - \frac{s}{\ell}\right) \left(1 + \frac{1}{\beta^2}\right)^2；$$

η ——纵向应力和横向应力的相关系数， $\eta = 1.5 - \frac{\beta}{\chi}$ ，且其值可小于零；

χ ——系数，对扁钢：1.8；对球扁钢：3.6；对角钢：6.9；对 T 型材：10.0；

ξ ——系数，对 T 型材：1.2；对其他剖面型材：2.0。

7.3.2.2 对于单独或与面内应力组合模式的板格极限强度校核，承受的最大均布侧向载荷 p_{max} ，还应满足下式要求：

$$p_{max} \leq p_u \quad \text{N/mm}^2$$

式中： P_u ——加筋板格承受的均布侧向载荷极限值，N/mm²，按下式计算：

$$p_u = 4\sigma_{sw_p} \left(\frac{t_p}{s} \right)^2 \left(1 + \left(\frac{s}{\ell} \right)^2 \right) \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_e}{\sigma_{sw_p}} \right)^2}$$

7.3.3 加强筋的极限强度校核

7.3.3.1 加强筋的极限强度校核由梁柱屈曲模式校核和扭转屈曲模式校核两个部分组成。

7.3.3.2 极限强度状态下，纵骨 / 加强筋的梁柱屈曲模式应满足下式要求：

$$\frac{\sigma_{a_max}}{\varphi_c \sigma_{cr_a} \frac{A_{eff}}{A}} + \frac{m \sigma_{b_max}}{\varphi_c \sigma_{sw_s}} \leq 1$$

式中： φ_c ——系数，对扁钢：0.7；对球扁钢：0.80；对角钢和 T 型材：0.75；

σ_{cr_a} ——纵骨、加强筋或扶强材的临界屈曲应力，N/mm²，按下式计算：

$$\sigma_{cr_a} = \begin{cases} \sigma_{aE} & \text{当 } \sigma_{aE} \leq \frac{\sigma_{sw}}{2} \\ \sigma_{sw} \left(1 - \frac{\sigma_{sw}}{4\sigma_{aE}} \right) & \text{当 } \sigma_{aE} > \frac{\sigma_{sw}}{2} \end{cases}$$

σ_{aE} ——纵骨、加强筋或扶强材的理想弹性屈曲应力，N/mm²， $\sigma_{aE} = \frac{\pi^2 E}{(l/r_{eff})^2}$

其中： r_{eff} ——有效面积 A_{eff} 的惯性半径，mm；

A_{eff} ——梁柱模型的有效面积，mm²， $A_{eff} = A_s + B_{eff,x} t_p$ ；

A_s ——不包括带板的纵骨、加强筋或扶强材剖面面积，mm²；

A ——梁柱模型总面积，mm²， $A = A_s + s t_p$ ；

m ——放大系数， $m = \frac{1}{(1 - \sigma_{a_max} / \sigma_{aE})}$ ，且取值不小于 1.0；

σ_{b_max} ——纵骨、加强筋或扶强材极限状态下的弯曲应力，N/mm²， $\sigma_{b_max} = \frac{M_{max}}{W_{eff}}$ ；

M_{max} ——极限状态下侧向载荷引起的纵骨、加强筋或扶强材的最大弯矩，按下式计算：

$$M_{max} = \frac{c_m P_{max} s l^2}{24} \times 10^{-3} \quad \text{N}\cdot\text{mm}$$

c_m ——弯矩调整系数，可取为 0.75；

W_{eff} ——计入有效带板宽度 b_{eff} 的纵骨、加强筋或扶强材在翼缘处的剖面模数，mm³；

7.3.3.3 极限强度状态下，纵骨、加强筋或扶强材的扭转屈曲模式应满足下式要求：

$$\frac{\sigma_{a_max}}{\varphi\sigma_{cr_t} \frac{A_{eff}}{A}} \leq 1$$

式中： φ ——系数，对扁钢：0.55；对球扁钢：0.80；对角钢：0.85；对 T 型材：1.0；

A_{eff} 和 A ——同 7.3.3.2 ；

σ_{cr_t} ——纵骨、加强筋或扶强材的临界扭转屈曲应力，N/mm²，按下式计算：

$$\sigma_{cr_t} = \begin{cases} \sigma_{ET} & \text{当 } \sigma_{ET} \leq \frac{\sigma_{sw}}{2} \\ \sigma_{sw} \left(1 - \frac{\sigma_{sw}}{4\sigma_{ET}} \right) & \text{当 } \sigma_{ET} > \frac{\sigma_{sw}}{2} \end{cases}$$

σ_{ET} ——包括带板的纵骨、加强筋或扶强材的理想弹性扭转屈曲应力，N/mm²，按下式计算：

$$\sigma_{ET} = \frac{\frac{K}{2.6} + \left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 \Gamma + \frac{C_0}{E} \left(\frac{l}{n\pi} \right)^2}{I_0 + \frac{C_0}{\sigma_{cL}} \left(\frac{l}{n\pi} \right)^2} E$$

其中： K ——剖面的圣维南扭转常数(不包括带板)，mm⁴，

$$K = \frac{b_f t_f^3 + h_w t_w^3}{3}$$

I_0 ——纵骨、加强筋或扶强材与板连接处的剖面极惯性矩(不包括带板)，mm⁴；

$$I_0 = I_y + \gamma I_z + A_s (y_0^2 + z_0^2)$$

I_y 、 I_z ——纵骨、加强筋或扶强材分别关于 y、z 轴的惯性矩(不包括带板)，见图 7.3.3.3：

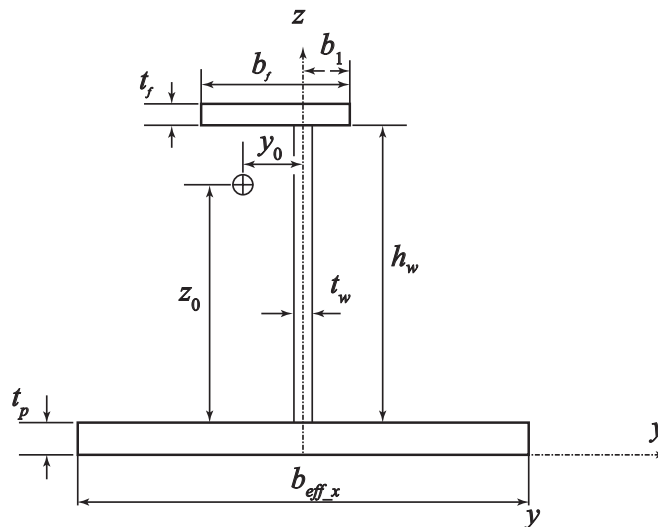


图 7.3.3.3 加筋板组合剖面特征

$$\gamma = 1.0 - u \left(0.7 - 0.1 \frac{h_w}{b_f} \right);$$

$$u \text{——非对称系数, } u = 1.0 - 2 \frac{b_1}{b_f};$$

y_0 ——纵骨、加强筋或扶强材的中心与腹板中心线之间的水平距离, mm;

z_0 ——纵骨、加强筋或扶强材的中心与腹板趾端之间的垂直距离, mm;

b_1 ——以腹板中心线为基点的翼板/面板外伸尺寸(取较短一边的尺度), mm;

$$C_0 = \frac{Et_p^3}{3s};$$

$$\Gamma \text{——翘曲常数, mm}^6, \Gamma = \gamma I_{yf} h_w^2 + \frac{h_w^3 t_w^3}{36},$$

$$\text{其中: } I_{yf} = \frac{t_f b_f^3}{12} \left(1.0 + 3.0 \frac{u^2 h_w t_w}{A_s} \right), \text{ mm}^4;$$

σ_{cl} ——与 n 个半波相对应的临界屈曲应力(包含带板), N/mm², 按下式计算:

$$\sigma_{cl} = \frac{\pi^2 E \left(\frac{n}{\alpha} + \frac{\alpha}{n} \right)^2 \left(\frac{t_p}{s} \right)^2}{12(1-\nu^2)}$$

$$\text{其中: } \alpha = \frac{l}{s};$$

n ——产生 σ_{ET} 最小值的半波数, 可通过试算确定。

附录 3 复合材料高速船船体结构直接计算

1 一般要求

1.1 除本节另有规定外，复合材料高速船直接计算方法按《海上高速船入级与建造规范》附录 2 的要求进行直接计算强度校核。

2 直接强度计算

2.1 模型范围

2.1.1 总强度校核模型范围

采用全船三维有限元模型进行总体结构分析，模型应包括所有船体外板、舱壁、甲板和平台、主要支撑构件、上层建筑等。

2.1.2 局部强度校核模型范围

(1) 在总体分析中未能施加真实载荷的重要局部结构，例如船底、舷侧、甲板、上层建筑、双体船连接桥底部及穿浪双体船片体前端等局部高应力部位，应进行局部强度校核；

(2) 需通过直接计算方法校核主要构件结构尺寸；

(3) 局部结构分析模型应以目标结构为中心，向外扩展到强力结构处。船底、舷侧、甲板和连接桥模型一般至少应覆盖一个舱长范围，宽度和高度方向应达到相连接的舱壁、舷侧或甲板等船体主要结构。

2.2 模型单元化

应采用板单元模拟真实结构，尽量采用四边形单元，单元形状的边长比一般应小于 3，对于复杂结构区域可采用三角形单元模拟。在高应力区域和高应力变化区应尽可能避免使用三角形单元。单元大小一般取 50×50mm。

2.3 材料属性

赋予有限元单元材料属性时，可根据层合板的铺层设计，按每层的铺层方向和铺层厚度设定材料参数；也可使用层合板的板格整体材料特性参数直接赋予材料属性。当对层合板每层赋予材料属性时，层合板单层的力学性能参数可以通过试验方法确定。在缺少试验数据时，可使用表 2.3 的数据作为设计值。

复合材料材料属性参考值

表 2.3

		纤维				基材	
		玻璃纤维	芳纶纤维	高强度碳纤维	高模量碳纤维	环氧树脂/(乙烯基树脂)	
密度	[g/cm ³]	2.45	1.44	1.74	1.81	1.2	
杨氏模量	纤维方向	[MPa]	73000	124000	230000	392000	3600
	纤维垂直方向	[MPa]	5500	6900	28000	15000	
剪切模量	[MPa]	30000	2800	50000	28600	1330	
泊松比	---	0.18	0.36	0.23	0.20	0.35	

2.4 边界条件、载荷及工况组合

按《海上高速船入级与建造规范》附录 2 的规定确定总强度和局部强度直接计算的边界条件、载荷及工况组合。

2.5 衡准

对纤维增强复合材料构件，采用“最大应变衡准”衡量结构的完整性，这些限制为纤维增强复合材料提供足够的余量，以尽可能避免层间断裂和纤维各方向的破坏。

(1) 轴向拉伸 / 压缩最大应变衡准：

- 0.25%，对采用手糊、真空成型的常规模数、中等模数或高强度碳纤维板；
- 0.275%，采用预浸渍技术成型的常规模数、中等模数或高强度碳纤维板；
- 0.25% 或 UCS/3，取小者，对采用手糊、真空成型的高模数碳纤维板；
- 0.275% 或 UCS/3，取小者，对采用预浸渍技术成型的高模数碳纤维板；
- 0.35%，对玻璃纤维板。

(2) 面内剪切应变衡准：

- 0.45%，对采用手糊、真空成型的常规模数、中等模数或高强度碳纤维板；
- 0.49%，采用预浸渍技术成型的常规模数、中等模数或高强度碳纤维板；
- 0.25% 或 $0.6 \cdot \text{UCS}$ ，取小者，对采用手糊、真空成型的高模数碳纤维板；
- 0.275% 或 $0.6 \cdot \text{UCS}$ ，取小者，对采用预浸渍技术成型的高模数碳纤维板；
- 0.7%，对玻璃纤维板。

其中：UCS ——极限压缩应变，试验方法 ASTM D694。